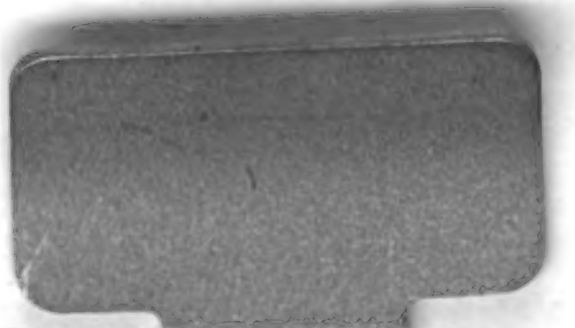
Vogel





<36603796050010

Lehrbuch

der

Chemie.

Als

Leitfaden bei seinen Vorlesungen für die Studirenden an der Universität und zum Selbstunterricht.

Von

Heinrich August Vogel,

der Medicin und Philosophie Doctor; Mitglied der königl. bayer. Akademie der Wissenschaften; Conservator des chemischen Laboratoriums und ordentl. Professor der Chemie an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

In zwei Bänden.

Erster Band.

Mit vier lithographirten Tafeln.

München, Stuttgart und Tübingen,

in der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

1830.



Seiner Majestät

dem

Könige von Bayern

Ludwig I.

Dem

erhabenen Kenner und Beschützer der Wissenschaften

seinem Allergnädigsten Könige und Herrn

in tiefster Ehrfurcht gewidmet

vom Verfasser.

Euerer Königlichen Majestät

Allergnädigste Erlaubniſs, das vorliegende Lehrbuch Allerhöchstdenenselben zueignen zu dürfen, hat mir die beglückende Ueberzeugung gewährt, daſs Euere Königliche Majestät nicht nur mein eifriges Bestreben, die Wissenschaft, der ich mich widme, nach Kräften zu fördern, huldreichest anerkennen, sondern auch, daſs Allerhöchstdieselben mit wahrhaft königlichem Sinne alles Dasjenige, was zur Verbreitung wissenschaftlicher Bildung und freier Geistesthätigkeit beiträgt, zu befördern geruhen, und unter Allerhöchst Ihrem eigenen Schutze an das Licht treten lassen.

Mit den Gefühlen allertiefster Ehrfurcht erkenne ich an, dafs ich Vieles von demjenigen, was mein Werk allenfalls Verdienstliches enthalten mag, vorzüglich dem ehrenvollen Wirkungskreise und der mir durch Euerer Königlichen Majestät Allerhöchste Gnade gewordenen Gelegenheit, meiner Wissenschaft mich mit Eifer und Mufse widmen zu können, verdanke, und ich würde mich überaus glücklich schätzen, wenn Euere Königliche Majestät diese Resultate meines Bestrebens zur Beförderung einer so sehr ins Leben greifenden Wissenschaft Allerhöchst Dero gnä-

digsten Beifalls nicht ganz unentsprechend finden würden.

Dadurch würde ich mich von Neuem ermuthigt fühlen, alle meine Kräfte aufzubieten, den betretenen Weg mit unermüdeter Thätigkeit zu verfolgen und mich so Euerer Königlichen Majestät Allerhöchsten Gnade immer mehr würdig zu zeigen.

Möge die Vorsehung Euerer Königlichen Majestät vergönnen, die Früchte des vielen Grofsen und Guten, zu welchem Allerhöchstdieselben in hoher Weisheit und väterlicher Fürsorge den Samen auszustreuen

nicht ermüden, mit dem hochbeglückenden Bewufstseyn zu geniefsen, dadurch das wahre Wohl und dauernde Glück Allerhöchst Dero treuen Unterthanen begründet und sich so den unsterblichen Ruhm eines Vaters des Vaterlandes und Beschützers der Wissenschaften erworben zu haben!

In allertiefster Ehrfurcht geharre ich

Euerer Königlichen Majestät

München den 18 October 1830.

aller unterthänigst treugehorsamster

A. Vogel.

Vorwort.

Es sind nunmehr beinahe dreifsig Jahre, dafs ich mich fast ausschiefslich dem Studium der Chemie gewidmet habe.

Während eines dreizehnjährigen Aufenthalts in Paris hatte ich das Glück, meine im deutschen Vaterlande erworbenen Kenntnisse in diesem Fache unter Berthollet, Fourcroy und vorzüglich unter Vauquelin weiter auszubilden. In den letzten Jahren wurde ich berufen, an einer Lehranstalt dieser Hauptstadt, dem vormaligen Lycée Napoléon, jetzt Collège royal de Henry IV, über Chemie Vorträge zu halten, und hier war es, wo ich zu der Ueberzeugung gelangte, dafs das Studium der Chemie, wenn diese Wissenschaft in ihrem ganzen gemeinnützigen Umfange erfafst und ergründet werden soll, ohne anhaltende praktische Uebungen mit Erfolg nicht möglich sey.

Da mir auch damals schon vermöge meiner Verhältnisse ein reich ausgestattetes Laboratorium des Staates zu Gebote stand, so benutzte ich diese Gelegenheit, um den praktischen Theil dieser Wissenschaft in seinem ganzen Umfange durchzuführen, so daſs es wohl keinen Versuch von Bedeutung in der Chemie gibt, den ich nicht zu wiederholten Malen angestellt hätte.

Als bei der in München vor vier Jahren neu errichteten Universität mir der Lehrstuhl der Chemie übertragen wurde, hielt ich es für eine theure Pflicht, meine auf diese Weise gesammelten Erfahrungen bei meinen Lehrvorträgen in Anwendung zu bringen, und jeden wichtigen Satz unmittelbar durch einen Versuch zu erläutern und zu bestätigen, überzeugt, daſs nur auf diese Art die Zuhörer zu deutlicher Anschauung und Erfassung des Gegenstandes geleitet werden können.

Während der Zeit, daſs ich die Chemie bei der hiesigen Akademie der Wissenschaften, und nun seit vier Jahren an der Ludwig-Maximilians-Universität zu lehren verpflichtet bin, fühlte ich wiederholt und dringend das Bedürfniſs eines Leitfadens bei meinen Vorlesungen. Wohl mag es auf

den ersten Blick befremden, daſs ungeachtet der vielen Lehrbücher, welche in neuern Zeiten von L. Gmelin, Döbereiner, Kastner, Berzelius, Scholz, Trommsdorff, Stromeyer, Meiſsner, Fechner, Bischoff, Mitscherlich etc. in Deutschland herausgegeben wurden, nicht zu gedenken derjenigen, welche mehr für Mediciner und Pharmaceuten bestimmt sind, als die Lehrbücher von Geiger, Buchner, Schubarth, Orfila etc. noch ein neues Compendium erscheine. Allein so schätzbar auch die vorhandenen Lehrbücher in vieler Hinsicht sind, so konnte ich doch keins derselben, theils wegen ihrer Ausdehnung, theils wegen der in denselben befolgten Anordnung der Gegenstände meinen Vorlesungen genau anpassen.

Das oben erwähnte Werk von L. Gmelin läſst zwar rücksichtlich der Vollständigkeit fast nichts zu wünschen übrig, vorzüglich hat es für diejenigen, welche schon einige Kenntnisse in der Chemie besitzen, einen unschätzbaren Werth. Da aber die chemischen Vorlesungen, welche ich an der hiesigen Universität zu halten berufen bin, von der philosophischen Facultät ausgehen und auſser von Medicinern, Pharmaceuten und Naturforschern auch von Juristen, Architekten, Camera-

listen, kurz von Zuhörern aus fast allen Fächern der Wissenschaften besucht werden, welchen es vorzüglich darum zu thun ist, zu ihrer Gesammtausbildung einen allgemeinen Ueberblick der Chemie zu erhalten, so konnte ich Werke von zu grofser Ausdehnung meinen Vorlesungen nicht zu Grunde legen.

Ich entschlofs mich daher, ein gedrängtes Compendium als Leitfaden zu meinen Vorlesungen zu entwerfen, bei welchem ich, um für Anfänger so viel als möglich deutlich zu seyn, eine rein systematische Methode zum Theil aufzuopfern für nützlich hielt. Obgleich ich bei diesem Unternehmen die Absicht hatte, von dem Einfachen allmählich zum Zusammengesetzten überzugehen, so trug ich doch Bedenken, die stricte und allzu ängstliche, von Thenard eingeschlagene Methode, nach welcher alle einfachen Körper, ohne auf irgend eine ihrer Verbindungen Rücksicht zu nehmen, abgehandelt werden, zu befolgen. Nach der Beschreibung der einfachen Körper untersucht nämlich Thenard ihre Verbindungen mit dem Wasserstoffe, dann mit der Kohle, mit dem Sauerstoffe, mit dem Schwefel etc. und alles Dieses n besondern Abschnitten, woraus

zahlreiche Gruppen von Verbindungen entstehen, welche alle zu behalten dem Gedächtnisse der Anfänger sehr schwer wird.

Der Gegensatz von dieser von Thenard aufgestellten Anordnung ist, daſs bei jedem einfachen Körper fast alle Verbindungen desselben sogleich mit untersucht werden; so kommen z. B. bei dem Artikel Stickstoff vor: die Stickstoffoxyde, die Stickstoffsäuren, die atmosphärische Luft, das Ammonium, die Blausäure, die Ammoniaksalze etc. Viele von diesen Verbindungen sind aber in ihren Eigenschaften sehr von einander verschieden, und es ist oft nicht leicht, dem Anfänger von der Gegenwart des Stickstoffes in denselben eine genügende Ueberzeugung zu verschaffen, da der Stickstoff den genannten Verbindungen keinen besondern und gemeinschaftlichen Charakter aufdrückt. Auch dieses an sich consequente System konnte ich zu Gunsten der Anfänger nicht ganz annehmen und glaubte daher eine Mittelstraſse einschlagen zu müssen, indem ich die Verbindungen mehr nach ihren Haupteigenschaften zusammenstellte, ohne dabei auf den Grundstoff eines jeden, welcher ihnen nur selten ein Hauptmerkmal ertheilt, besondere Rücksicht zu nehmen.

Da dieses Werk kein alle Gegenstände der Chemie erschöpfendes Lehrbuch seyn, sondern vorzüglich nur meinen Zuhörern, welche, wie schon oben erwähnt, aus allen Facultäten zusammengesetzt sind, als Anleitung zum Studium dieser Wissenschaft dienen soll, so habe ich der Kürze wegen, literarische Notizen und Nachweisungen fast ganz ausgeschlossen, da solche theils in Trommsdorffs Chemie angeführt, theils aber und vorzüglich in Gmelins Handbuch der theoretischen Chemie, dritte Auflage, mit sehr befriedigender Ausführlichkeit zusammengestellt wurden, und weise in dieser Beziehung auf die ebengenannten Werke hin.

Auch habe ich eine zu specielle Beschreibung der neuentdeckten Verbindungen des Jods, des Broms, der Hyposäuren etc., wenn sie kein besonderes Interesse gewähren, vermieden, und muſs in dieser Hinsicht auf die Originalabhandlungen, so wie auf die Werke von Berzelius, Gmelin und anderer hinweisen. Schon deſshalb muſste ich mich vor zu groſser Ausführlichkeit hüten, da ich mir vorgenommen hatte, die allgemeine Chemie als eine Darstellung für Studirende aus allen Classen, in zwei Bänden zusammenzufassen.

Endlich habe ich noch zu vermeiden gesucht, solche Hypothesen aufzunehmen, welche aus sehr verwickelten Ursachen entstanden und weder durch genaue Beobachtungen noch durch hinlängliche Versuche unterstützt sind; denn bei einem für Anfänger bestimmten Lehrbuche müssen wir die auf Thatsachen begründeten Wahrheiten, welche in ihrer Vereinigung den eigentlichen Kern der Wissenschaft ausmachen, von jenen Zweigen und Nebensprossen unterscheiden, welche so lange von untergeordnetem und ungewissem Werthe bleiben, bis sie durch neue Thatsachen bekräftigt, eine volle Beweiskraft erreicht haben. Aus eben dem Grunde wurden auch alle rein willkürlichen Hypothesen, deren zu alten Zeiten viele aufgestellt wurden, aber auch bald wieder vergingen und in Vergessenheit geriethen, gänzlich ausgeschlossen.

Die Chemie hat fast für jeden aufmerksamen Zuhörer einen besondern Reiz, weil sie nicht nur Aufschluſs über viele Naturphänomene, sondern auch auf neue Erscheinungen und zur Erkenntniſs neuer Substanzen führt, aus welchen oft die nützlichsten Anwendungen entstehen können; oft auch können die durch sie geschaffenen Producte selbst Veranlassung zu neuen Entdeckungen werden, und

diefs mag wohl die Ursache seyn, dafs Vorlesungen über Chemie heut zu Tage im Allgemeinen häufiger besucht werden, als es in frühern Zeiten der Fall war.

Da dem Vortrage der gesammten Chemie an der hiesigen Hochschule zwei Semester gewidmet werden (obwohl, wenn man die Chemie nur in ihren allgemeinsten Umrissen betrachtet, wie sie zur Gesammtausbildung eines jeden Studirenden erfordert wird, auch ein Semester schon hinreichend seyn dürfte) so wird im ersten und zwar im Wintersemester die unorganische Chemie bis zu dem Abschnitte von den Metallen vorgetragen, welcher Theil in diesem ersten Bande enthalten ist. Die für das Sommersemester bestimmten Gegenstände, welche der zweite und letzte Band in sich fassen wird, sind die Metalle und organischen Substanzen.

Der erste Band zerfällt in zwei Abtheilungen, deren erstere aufser der Einleitung unter der Rubrik: Allgemeine Chemie, die Lehren von der Affinität, der Analyse und Synthese, so wie von den am häufigsten angewendeten Reagentien umfafst.

Die

Die zweite Abtheilung, in welcher die specielle Chemie abgehandelt wird, besteht aus sechs Abschnitten.

Im ersten Abschnitt werden von den unwägbaren Stoffen, nämlich vom Licht, von der Wärme und von der Elektricität diejenigen Lehren vorgetragen, welche für den angehenden Chemiker unentbehrlich sind.

Im zweiten Abschnitt werden die wägbaren einfachen, nicht metallischen Stoffe abgehandelt, so wie ihre Verbindungen unter sich mit Ausnahme derjenigen mit Sauerstoff oder Wasserstoff, im Falle diese Verbindungen sauer seyn sollten.

Der dritte Abschnitt enthält die Lehre von den Eigenschaften der Luft, des Wassers, nebst einem Ueberblick der chemischen Proportionen.

Der vierte Abschnitt beschäftigt sich mit den Säuren, nämlich den Sauerstoffsäuren und den Wasserstoffsäuren.

Im fünften Abschnitt gehe ich zu den Salzbasen über, welche in erdige, alkalischerdige und alkalinische eingetheilt sind.

Der sechste Abschnitt endlich schliefst mit der Lehre von den Salzen, nämlich von den Verbindungen der Erden und Alkalien mit Sauer-

stoffsäuren und Wasserstoffsäuren, und gibt einen allgemeinen Ueberblick der Mineralwasser.

Um dem Anfänger das Studium so viel als möglich zu erleichtern, ist dem ersten Bande ein vollständiges Register angehängt worden.

Obgleich ich nach Kräften bemüht war, Unrichtigkeiten und Irrthümer zu vermeiden, ich mir aber, diesen Zweck erreicht zu haben, wohl nicht schmeicheln darf, so werde ich die Anzeige solcher etwa in diesem Lehrbuche befindlichen Mängel von Sachverständigen mit Dank annehmen.

München, den 18 October 1830.

Der Verfasser.

Inhalt des ersten Bandes.

Seite
Einleitung. 1
Ueberblick der Geschichte. 6
Literatur 16

Erster Theil. Allgemeine Chemie. 23
Verwandtschaft. Affinität. 23
Analyse und Synthese. 51
Reagentien. 54

Zweiter Theil. Specielle Chemie. 58
Erster Abschnitt. Unwägbare Stoffe. . . . 58
Licht. 59
Wärmestoff. 47
Elektricität 79

Zweiter Abschnitt. Wägbare Stoffe. . . . 87
Gasarten. 88
Sauerstoff. 90
Brennbare Körper. 94
Stickstoff. 96
Wasserstoff. 98
Chlor. 104
Kohlenstoff. 110
Kohlenstickstoff. 114
Kohlenwasserstoff. 115
Boron. 124
Phosphor. 126
Phosphorwasserstoff. 130
Schwefel. 137
Schwefelkohle. 141
Selen. 145
Jod. 148
Brom. 153

Dritter Abschnitt. Zusammengesetzte Körper. 158
Atmosphärische Luft. 158
Wasser. 182
Oxydirtes Wasser. 203
Chemische Proportion. 207

Vierter Abschnitt. Säuren. 226
Sauerstoffsäuren. Kohlensäure. 229
Salpetersäure. 236
Phosphorsäure. 251
Schwefelsäure. 259
Boronsäure. 283

Seite
Flufssäure. 286
Chlorsäure. 292
Jodsäure. 296
Selensäure 297
Bromsäure. 298
Wasserstoffsäuren. Hydrothionsäure. . . 299
Hydrochlorsäure. 304
Hydriodsäure. 310
Hydroselensäure. 313
Hydrobromsäure. 313
Fünfter Abschnitt. Salzbasen. 315
Erden. 316
Kieselerde. 317
Thonerde 320
Zirconerde. 325
Beryllerde. 326
Ytererde. 328
Thorinerde. 329
Alkalische Erden: Magnesia. 330
Kalkerde. 332
Baryterde. 341
Strontianerde. 344
Alkalien. 346
Kali. 347
Natron. 359
Lithion. 363
Ammonium. 365
Sechster Abschnitt. Salze. 371
Sauerstoffsalze. Schwefelsaure Salze. . . 378
Salpetersaure Salze. 402
Chlorsaure Salze. 422
Phosphorsaure Salze. 428
Boraxsaure Salze. 438
Kohlensaure Salze. 441
Jodsaure Salze. 458
Selensaure Salze. 460
Bromsaure Salze. 462
Wasserstoffsaure Salze: Hydrochlorate. . . 464
Hydriodate. 476
Hydroselensaure Salze. 480
Hydrobromsaure Salze. 481
Schwefelsalze. 486
Mineralwasser. 495
Allgemeiner Ueberblick der Gegenstände. . . 508

Einleitung.

Unter Natur verstehen wir alles Dasjenige, was wir in der Aufsenwelt mit Hülfe unserer Sinne wahrnehmen können, — die ganze Körper- oder Sinnenwelt. Die zahllose Menge von Stoffen und Erzeugnissen, welche sich auf dem ganzen Erdball verbreitet finden, bildeten von jeher den Gegenstand der unermüdlichen Forschungen des menschlichen Geistes, und man bestrebte sich, nicht allein diese mannichfaltigen Stoffe, sondern auch die Veränderungen, welchen sie unterworfen sind, so wie die Erscheinungen, welche durch die wechselseitige Einwirkung derselben entstehen, kennen zu lernen, und ihre Ursachen zu erforschen.

Diese Lehren bilden das unermefsliche Gebiet der Naturwissenschaften, welche ihrem Zwecke und inneren Wesen nach in folgende Hauptabtheilungen zerfallen:

1) In Naturgeschichte, 2) in Naturlehre oder Physik, und 3) in Chemie.

Die Naturgeschichte beschäftigt sich mit der Aufzählung und systematischen Eintheilung aller Naturkörper, so wie mit der Beschreibung ihrer äufseren Kennzeichen. Sie betrachtet und beobachtet die Körper in ihrer Ruhe, nach ihrer Lage und überhaupt nach ihren äufseren Eigenschaften, und theilt sich in Mineralogie oder Beschreibung und Kenntnifs der unorganischen Stoffe; in Botanik und Zoologie, welche beide die organischen Körper aus dem Pflanzen- und Thierreiche in sich begreifen.

Die Physik oder Naturlehre beschäftigt sich mit den Naturerscheinungen und mit der Lehre von den Kräften der gegenseitigen Wirkung der Körper, in ihrem natürlichen

zusammengesetzten oder einfachen Zustande als Massen betrachtet, und mit der Entwickelung der Gesetze, nach welchen sich dieselben bewegen und verändern, ohne jedoch dabei in das Innere derselben einzudringen oder ihre einzelnen Bestandtheile zu untersuchen, und sie deſshalb zu zerstören.

Die Chemie endlich (ehemals unrichtig Scheidekunst und Mischungskunde genannt) ist die Wissenschaft, welche die Lehre von der gegenseitigen Wirkung der Körper nach ihren einzelnen, sie constituirenden Bestandtheilen umfaſst; sie strebt daher nach der Erkenntniſs der letzten Bestandtheile oder einfachen Stoffe aller zusammengesetzten Körper, und lehrt, wie jene aus ihren Verbindungen getrennt und zu neuen Verbindungen wieder vereinigt werden können. Sie ist demnach die auf Erfahrung gegründete Lehre von der wechselseitigen Einwirkung aller Körper; oder allgemeiner ausgedrückt, die Lehre von der inneren Beschaffenheit der Natur der Körper und ist mit der Physik so innig verwandt, daſs das Studium der einen Wissenschaft nie ganz von dem der andern getrennt werden kann.

Die Erfahrungen im Allgemeinen sind Wahrnehmungen durch die Sinne der Veränderungen der Körper.

Wenn wir die Körper hiebei in dem Zustand und wechselseitigen Verhältnisse lassen, worin sie sich von Natur und ohne unser Zuthun befinden, so ist die über den von selbst veränderten Körper gemachte Erfahrung eine Beobachtung; verändern wir aber dabei vorsätzlich den Zustand eines Körpers, und ergründen wir dann die Ursachen und Wirkungen, wodurch diese Veränderung entstanden ist, so nennt man diese Verfahrungsweise einen Versuch oder ein Experiment.

Im Allgemeinen darf man sagen, daſs die mit Scharfsinn angestellten Beobachtungen die Basis alles Wissens in der Chemie sind. Da man aber durch solche über das Einwirken der Körper in ihrem natürlichen Zustande gemachte Erfahrungen auf andere geleitet wurde, welche man nur dann machen konnte, wenn man die dazu erforderlichen Körper erst absichtlich in ein gegebenes Verhältniſs zu einander

brachte, so geht daraus hervor, dafs ein grofser, ja man darf wohl sagen, der gröfste Theil der Fortschritte in der Chemie, und die wichtigsten Entdeckungen durch zweckmäfsig angestellte Versuche oder Experimente herbeigeführt wurden. Experimente haben überhaupt im Felde der Chemie einen gröfseren und bestimmteren Werth als einfache Beobachtungen, weil man bei ersteren die wirkenden Ursachen und die Umstände, unter welchen diese Wirkungen erfolgten, mit viel gröfserer Genauigkeit und Verlässigkeit angeben, und daher weit richtigere Schlüsse daraus ziehen kann.

Wenn bei der Beobachtung irgend eines Phänomens der Fall eintritt, dafs man die dasselbe veranlassende Ursache nicht kennt, und sie daher auch nicht prüfen kann, so wird es Bedürfnifs, nach den bereits gemachten Erfahrungen und den daraus geleiteten Schlüssen, eine Ursache im Voraus anzunehmen, aus welcher man die beobachteten Erscheinungen ableiten zu können vermuthen darf; solche im Voraus angenommene Erklärungsgründe werden Hypothesen genannt.

Bei Aufstellung solcher Hypothesen mufs man jedoch mit der gröfsten Umsicht verfahren; auch dürfen sie, wie sich diefs schon von selbst versteht, keinem allgemeinen bereits erwiesenen Naturgesetze widersprechen.

Die über einzelne Gegenstände gesammelten Erfahrungen führen, wenn man dieselbe vergleicht, nach und nach auf allgemeine Grundsätze oder Lehren, aus welchen man alle verschiedenen Erscheinungen erklären, und die einzelnen isolirten Thatsachen zu einem folgerecht aus einander sich entwickelnden Ganzen verbinden kann. Eine solche Vereinigung und Ableitung aller einzelnen Erscheinungen aus Einem allgemein gültigen Grundsatze nennt man ein System, und ohne dieses würde der menschliche Geist unter der Masse der isolirten und stets sich häufenden einzelnen Resultate seiner Forschungen sich verwirren und erliegen müssen.

Die Chemie wird nach ihren verschiedenen Zwecken in die reine und in die angewandte Chemie abgetheilt.

Die reine Chemie ist eine für sich bestehende, das Ganze der chemischen Kenntnisse erfassende Wissenschaft, und wird auch theoretische oder philosophische Chemie genannt.

Ihr Zweck ist, die sämmtlichen Lehren der Chemie in einer systematischen Ordnung darzustellen, und durch eine erschöpfende Erklärung aller in dieses weit umfassende Gebiet gehörigen Erscheinungen und der ihnen zum Grunde liegenden Ursachen, ein vollständiges Bild des gegenwärtigen Zustandes dieser Wissenschaft zu geben. Sie beschäftigt sich jedoch ausschliefslich mit der Darstellung und Entwickelung der reinen Lehrsätze, ohne sich mit ihrer Anwendbarkeit auf irgend einen Gegenstand zu befassen.

Die angewandte Chemie lehrt uns von den bekannten chemischen Thatsachen entweder für die Wissenschaften selbst, oder für das Leben irgend eine nützliche Anwendung zu machen. Nach den Gegenständen der Anwendung zerfällt sie in verschiedene Unterabtheilungen. —

Beschäftigt sie sich mit der Erklärung der Naturerscheinungen, so wird sie abgetheilt: 1) in die meteorische oder meteorologische, welche die Veränderungen in der Atmosphäre ergründet, und somit die Erweiterung der Witterungskunde zum Zwecke hat. 2) in mineralische, in so fern sie Anleitung gibt, Mineralien und Fossilien zu untersuchen. 3) in vegetabilische und animalische oder physiologische, in so weit sie die Wirkung chemischer Kräfte auf organische Körper aus dem Pflanzen- und Thierreiche zu erklären sucht.

Soll ihre Anwendung dazu dienen, die Existenz- und Genufsmittel des Lebens zu erhöhen, so kann sie in medicinische agronomische und technische eingetheilt werden.

A. Die medicinische, welche die Kenntnifs der geeigneten Mittel zur Erhaltung der Gesundheit und zur Wiederherstellung derselben, wenn sie zerrüttet war, zum Gegenstande hat, wird eingetheilt in:

a) polizeiliche, diese lehrt die Kenntnifs und Untersuchung der guten Qualität der Lebensbedürfnisse, und gibt die Mittel an, alles Dasjenige zu erkennen und zu entfernen, was der Gesundheit nachtheilig werden kann.

b) die gerichtliche, welche sich mit der Untersuchung und Entdeckung absichtlicher Verfälschungen oder Vergiftungen beschäftigt.

c) die pharmaceutische, welche die künstliche Bereitung der Arzneimittel lehrt.

B. Die agronomische und ökonomische beschäftigen sich mit Anwendung der chemischen Erfahrungen auf den Haushalt, und insbesondere auf die Agricultur, indem sie die chemischen Grundsätze auf die Untersuchung des Bodens, und auf alles Dasjenige anzuwenden lehren, was zum Gedeihen der Pflanzen beitragen kann.

C. Die technische Chemie. Sie hat beinahe eben so viele Zweige, als es chemische Künste und Gewerbe gibt, und bezweckt die Vervollkommnung aller Producte des Kunst- und Gewerbfleifses, wovon wir nur folgende Hauptabtheilungen anführen.

1) die Metallurgie nebst Docimasie (Probierkunst) und Hüttenkunde, deren Zweck ist die Anwendung chemischer Grundsätze auf die Untersuchung der Erze und metallischen Substanzen, und die vortheilhafteste Scheidung der Metalle im Grofsen zu lehren.

2) die Steinchemie oder Lithurgie. Beschäftigt sich vorzüglich mit der Darstellung steinartiger Substanzen und Producte, und mit der Anwendung derselben als Baumaterial.

3) Glaschemie oder Hyalurgie handelt von der Fabrication des Glases, wozu auch die Bereitung der künstlichen Edelsteine gerechnet werden kann.

4) Salzchemie oder Halurgie lehrt die Darstellung der Salze, vorzüglich aber die vortheilhafte Gewinnung des Kochsalzes und einiger anderer im Leben häufig angewendeter Salze oder Säuren.

5) Feuerchemie oder Phlogurgie, auch Pyrotechnie genannt, handelt von der Gewinnung brennbarer Körper, wohin gehören die Bereitung und weitere Verwendung der Kohle, des Schwefels, des Phosphors, des Schiefs-

pulvers; eben so beschäftigt sie sich auch mit der Lehre von der Ersparung des Brennmaterials, der Einrichtung zweckmäfsiger Oefen, der zweckmäfsigen Unterhaltung, Benutzung und Löschung des Feuers etc.

6) Farbenchemie oder Chromurgie, lehrt die Zubereitung der Farben, so wie die Färbekunst überhaupt und die Bleichkunst.

7) Gährungschemie oder Zymotechnie, lehrt die Erzeugung der gegohrnen Flüssigkeiten, namentlich die Bereitung des Weins, des Meths, Branntweins, Bieres, Essigs; auch das Brodbacken kann hierher gerechnet werden.

Aus dieser gedrängten Uebersicht des grofsen Umfanges und der vielen Unterabtheilungen und Anwendungen der Chemie geht hervor, welch schwierige Aufgabe es sey, im Vortrage derselben eine streng logische Ordnung der Gegenstände beizubehalten, bei welcher nicht schon Dinge als bekannt voraus gesetzt werden müfsten, welche erst in einer späteren Periode des Unterrichts vollständig gelehrt und entwickelt werden können; doch ist es unmöglich, solche Anticipationen ganz zu vermeiden, sie dienen vielmehr dazu, das Gedächtnifs der Anfänger in dieser Wissenschaft zu erleichtern, und sind eine wesentliche Hülfe und Zeitersparnifs für diejenigen, welche schon einige Vorkenntnisse besitzen.

Ueberblick der Geschichte und Literatur der Chemie.

Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dafs die Völker des Alterthums, die Aegyptier, die Griechen und Römer, schon einige Kenntnifs in der Chemie hatten, allein von Allem, was sie geleistet, sind uns nur wenige Urkunden übrig geblieben, weil die von ihnen nach und nach gesammelten Kenntnisse, und die schriftlichen Werke, in welche dieselben niedergelegt waren, in den Stürmen so vieler Kriege und in den Umwälzungen der Völkerwanderung untergingen, und vielleicht nur durch Tradition nach Arabien hinüber gerettet wurden.

In Aegypten wurde die Chemie schon in den frühesten Zeiten ausschliefslich von den Priestern als ein heiliges Geheimnifs cultivirt, wefshalb man auch den Namen Chemie am wahrscheinlichsten als von einem ägyptischen Stammworte abgeleitet annehmen darf. Die Meinungen über die Derivation dieses Wortes sind zwar sehr getheilt; einige wollen es von dem griechischen χυμευω fundo, ableiten, als wodurch eine Kunst bezeichnet würde, welche auch das Verborgenste, das Schwarze im Auge zu erklären im Stande sey, wefshalb sie auch die geheime oder die ägyptische Kunst genannt wurde. Allein schon der Umstand, dafs die ersten griechischen Schriftsteller, die derselben erwähnen, dem Namen den arabischen Artikel Al vorsetzen Αλχιμια nennen, läfst mit gröfster Wahrscheinlichkeit vermuthen, dafs das Wort ägyptischen oder arabischen Ursprungs sey. Man kann zwar aus mehreren unläugbaren historischen Nachrichten mit Bestimmtheit schliefsen, dafs in den frühesten Zeiten schon einige chemische Operationen gemacht worden seyen; denn es ist aus Büchern des alten Testaments bekannt, dafs Tubalcain Münze, dafs Noah Wein, dafs Moses Essig, Seife und Töpfergeschirre machen konnten.

Ferner aus andern historischen Quellen, dafs man Glas und einige Malerfarben zu bereiten wufste; doch geht hieraus nur so viel hervor, dafs die Völker des Alterthums wohl einige Kunstgriffe und Fertigkeiten, welche als Bruchstücke von Kenntnifs technischer Chemie zu betrachten sind, besafsen, dafs sie aber im Allgemeinen eben so wenig wirkliche Kenntnisse in der Chemie hatten, als man von denjenigen, welche Steine in regelmäfsiger Form zu schneiden verstehen, sagen kann, dafs sie die Geometrie oder Stereometrie kennen.

Da wir also von dem Studium der Chemie bei den Alten keine gewissen Nachrichten aufzuweisen haben, so übergehn wir sie mit Stillschweigen, und heben nur einige Hauptmomente aus den späteren Schicksalen der Chemie hervor.

Man kann die Geschichte der Chemie, seit der Wiederbelebung der Künste und Wissenschaften im 12ten Jahrhunderte, eintheilen:

A. in die mittlere Geschichte, und

B. in die neuere Geschichte.

Die erstere umfaſst zwei Epochen, und die letztere drei Epochen.

A. Mittlere Geschichte.

Erste Epoche vom 12ten Jahrhundert angefangen, Alchemie, (das sogenannte Zeitalter der Araber und Scholastiker).

Zweite Epoche — die von Paracelsus bis Anfang des 16ten Jahrhunderts.

B. Neuere Geschichte.

Dritte Epoche — die des Phlogistons oder der phlogistischen Chemie (Stahl). Lehre vom Brennstoff. 1660 bis 1778.

Vierte Epoche — die der antiphlogistischen Chemie. Lehre vom Sauerstoff (Lavoisier) von 1778 bis 1811.

Fünfte Epoche — die der dualistischen oder Elektrochemie von 1811 bis auf unsere Zeit.

Einige Worte über jede dieser Epochen werden hinreichend seyn, um eine gedrängte Uebersicht der Geschichte der Chemie in diesen Jahrhunderten zu geben.

Erste Epoche.

Als im 12ten Jahrhundert über den gröſsten Theil von Europa noch eine tiefe Finsterniſs herrschte, sammelten und ordneten die Gelehrten Arabiens, die gröſstentheils Aerzte waren, schon sorgfältig, was ihre Vorgänger, die Aegypter und Griechen, für die Wissenschaften geleistet, und unter Anderem auch alles Dasjenige, was auf chemisches Wissen mehr oder weniger Bezug hatte.

Die Kenntnisse der Araber verbreiteten sich, so wie dieser Völkerstamm selbst nach und nach über das östliche und später über das westliche Europa, wo sie im Laufe der Zeit Wurzel zu fassen anfingen, und an vielen Orten Schutz und Pflege fanden.

Aber das vorzügliche Streben der Chemiker jenes Zeitalters war nur auf zwei Hauptgegenstände gerichtet, nämlich 1) auf die Verwandlung der unedlen in edle Metalle, oder auf die Kunst Gold und Silber zu machen.

2) Auf die Darstellung einer Universal-Arznei, wodurch nicht nur Gesundheit und langes Leben erreicht werden sollte, sondern wobei man sogar die Hoffnung hegte, dem allgemeinen Gesetze der Natur, der Sterblichkeit, durch eine Universal-Panacea Trotz bieten zu können.

Die Alchemisten hatten den Gedanken gefafst, und es war bei ihnen zur fixen Idee geworden, dafs alle Metalle aus denselben Elementen bestehen, oder dafs wenigstens die Bestandtheile des Goldes in allen übrigen Metallen anzutreffen wären.

Ihre Versuche waren zum Theil dahin gerichtet, eine Verfahrungsart aufzufinden, wodurch das Gold von den fremden Körpern abgeschieden werden könnte. Diejenige Substanz, welche die wundervolle Eigenschaft besitzen sollte, sich in Gold zu verwandeln, wurde Stein der Weisen genannt, und einige Alchemisten rühmten sich sogar, schon in dem Besitze dieses Geheimnisses zu seyn.

Die Alchemisten behaupteten ferner, dafs die Kunst, den Stein der Weisen zu bereiten, die menschlichen Kräfte übersteige, dafs hiebei höhere Mitwirkung nothwendig, und dafs diese Kunst auch wirklich zu erreichen sey. Diejenigen, welche die Bereitung des Steins der Weisen zu kennen vorgaben, nannten sich selbst Adepten (Adepti), d. h. Menschen, die das Geheimnifs schon erlangt hatten. Sie versicherten, dafs im Stein der Weisen überdiefs noch das Heilmittel gegen alle Krankheiten enthalten sey, wodurch man das Leben auf unbestimmte Zeit verlängern, und sich auf dieser Erde, wie schon gesagt, der Unsterblichkeit versichern könne.

Viele dieser Alchemisten handelten, indem sie die Möglichkeit der Umwandlung der unedlen Metalle in Gold behaupteten und andere davon überzeugen wollten, aus innerer Ueberzeugung; andere aber waren nur Betrüger, welche die Unmöglichkeit solcher Dinge wohl einsahen, aber die Leicht-

gläubigkeit der Laien zu ihrem Vortheile zu benützen suchten. Das Ungereimte jener Meinung über Goldmachen und Universalmittel wurde endlich durch den Erfolg dargethan, und alles Zutrauen zu diesen aufgestellten Sätzen dadurch entkräftet, daſs trotz aller Bemühungen die Alchemisten kein Gold hervorbrachten, sondern bei ihren Operationen verarmten, und daſs die Adepten, selbst im vermeinten Besitz ihres Universalmittels, dem Tode nicht entgingen.

Es waren übrigens zu jenen Zeiten der Scholastiker schon viele Hütten- und Bergwerke in vollem Betriebe, wie z. B. Englands Zinnwerke, die Eisenwerke von Steyermark, so die Silberwerke bei Freyberg und Meiſsen in Sachsen, die Kupfer- und Silberwerke in Ungarn und viele andere.

Zweite Epoche. (Paracelsus.)

Philippus Aureolus Paracelsus, der sich auch Theophrastus Bombastus von Hohenheim nannte, war Anno 1493 zu Maria Einsiedel in der Schweiz unweit Zürich aus einem edlen Stamme geboren. Er hielt zu Basel Vorlesungen in deutscher Sprache, und wurde mithin der erste öffentliche Lehrer der Chemie in Europa.

Er war ein Schüler des Basilius Valentinus, eines vermeinten Benedictinermönchs von Erfurt, bekannt durch mehrere Schriften, und vorzüglich durch ein für jene Zeiten classisches Werk, betitelt: *Currus triumphalis antimonii.*

Obgleich das Streben des Paracelsus nicht vorzugsweise auf das Goldmachen ging, so fesselte er doch die allgemeine Aufmerksamkeit besonders dadurch, daſs er die Bereitung einer Universalmedicin öffentlich lehrte, und so beginnt mit ihm eine neue Epoche in der Chemie.

Sein Geist hatte zwar eine schwärmerische Richtung genommen, allein er besaſs dabei eine auſserordentliche Gewandtheit, und trug nicht wenig dazu bei, daſs sich viele Männer dem Studium der Chemie widmeten, und daſs diese Wissenschaft mehr auf Arzneikunde und auf Arzneien überhaupt angewendet wurde.

Er nahm den Mercur als Princip der Festigkeit, den Sulphur als Princip der Verbrennlichkeit, und das Sal als

das der Cohäsion an; er starb im 48sten Lebensjahre Anno 1541 zu Salzburg im Hospital.

Sein Schüler und Nachfolger Joh. Bapt. van Helmont, geboren zu Brüssel, kann fast als der letzte der Alchemisten und Adepten angesehen werden, welcher einen berühmten Namen erlangt hat.

Obgleich er eben so wenig von Eitelkeit frei war als sein Lehrer Paracelsus, so hing er doch nicht sclavisch an Paracelsus Lehrsätzen, sondern zeichnete sich durch freiere Beurtheilung und durch eigene neue Gedanken aus, rügte sehr viele Verirrungen seines Vorgängers und Lehrers, und sprach zuletzt dem Golde alle Arzneikräfte ab. Er unterschied von der atmosphärischen Luft einige besondere Luftarten, und gab ihnen den Namen Gase. Auch wufste er schon, dafs sich bei der Gährung von Bier und Wein ein eigenthümliches Gas bildete, was man auch in der Hundsgrotte, und in andern unterirdischen Höhlen angetroffen hatte.

B. Neuere Geschichte.

Dritte Epoche. *Phlogistische Chemie.* (Stahl.)

Nachdem Royer Bacon, Glauber, Becher, Albertus Magnus, Robert Boyle, Raimundus Lullus, Kunkel und viele Andere eine grofse Reihe von Thatsachen über Verbrennen, Gähren, Verkalken, Vegetation, Athmen u. s. w. gesammelt hatten, fehlte es noch daran, diese Erscheinungen, welche gemeinschaftliche Ursachen zu haben schienen, in ein Ganzes, in ein anschauliches und leicht umfassendes System zu vereinigen.

Dieses grofse Verdienst, eine neue Ansicht der Dinge aufzustellen, war einem Deutschen vorbehalten.

Georg Ernst Stahl, geboren zu Anspach 1660, trat als der Begründer dieses zu jener Zeit wichtigen Systems auf.

Stahl, Professor in Halle, und zuletzt Leibarzt in Berlin, war Schüler von Becher, welch Letzterer gewissermafsen schon mit Albertus Magnus den Grundstein zu dem Gebäude, welches Stahl mit so vielem Scharfsinn

durchführte, gelegt hatte. Stahl nahm ein verbrennliches Princip, den Brennstoff (Phlogiston), an. Beim Verbrennen der Körper mit Flamme, beim dunklen und langsamen Verbrennen (Verkalken), beim Athmen, überall spielte nach ihm dieser Brennstoff eine wichtige Rolle, und wurde von ihm für die allgemeine Ursache des Verbrennens gehalten; die Metalle verdankten, jener Ansicht zufolge, dem Brennstoffe ihren Glanz, und Stahl glaubte, dafs derselbe im Schwefel mit Säure verbunden sey. Fast alle chemischen Processe waren dieser Ansicht nach nichts Anderes als ein Verbrennen und Entbrennen der Körper.

Stahl starb 1734, und hinterliefs eine grofse Zahl von gelehrten Schülern und Anhängern, welche seinem System mit Eifer zugethan waren, und die Grundlagen seiner Lehren in ganz Europa verbreiteten.

Vierte Epoche. *Antiphlogistische Chemie.* (Lavoisier.)

Die vierte Epoche wurde durch viele wichtige Arbeiten von grofsen Männern vorbereitet, von denen einige schon sehr gegründete Zweifel gegen das Stahl'sche System aufgestellt hatten. Der scharfsinnigste und in den Resultaten seiner Forschungen glücklichste dieser Gelehrten, war Carl Wilhelm Scheele, geboren zu Stralsund 1742 und gestorben zu Köping in Schweden 1786. Scheele hatte keine sehr gelehrte Bildung genossen, sondern war durch eigene Thätigkeit, durch unermüdlichen Fleifs und durch reine Liebe für die Naturwissenschaften fast Alles durch sich selbst geworden.

Der Verbrennungsprocefs hatte seine Aufmerksamkeit vorzüglich gefesselt, und in seiner Abhandlung über Licht und Feuer hat er schätzbare Materialien zu der anti-Stahl'schen Theorie geliefert. Er entdeckte aus dem Mineralreiche die Baryterde, den Braunstein, das Wasserblei und den Tungstein, die Arseniksäure, Flufsspathsäure und das Chlor. Aus dem Pflanzenreiche die Weinsteinsäure, Kleesäure, Citronensäure, Gallus- und Aepfelsäure. Im Thierreiche lehrte er die Phosphorsäure als einen Bestandtheil der

Knochen kennen, entdeckte ferner die Milchsäure, die Milchzuckersäure und Blausäure, machte viele sehr gediegene Versuche über die athembare Luft, und bereicherte die Chemie mit einem unermeſslichen Schatze von Thatsachen.

Sein Freund, der Professor Torbern Bergmann in Upsala, eben so bescheiden als anspruchlos, trug durch seinen Scharfsinn, vereint mit Scheele, viel dazu bei, eine neue und wichtige Epoche in der Chemie herbeizuführen.

Bergmanns Untersuchungen der Mineralwasser und der Steine, vorzüglich seine Lehre von den Verwandtschaften, waren zu jener Zeit von entschiedenem Einflusse auf das wissenschaftliche Streben. Durch die Arbeiten der beiden angeführten schwedischen Chemiker, so wie durch die zahlreichen Versuche eines Priestley, Cavendish, Berthollet, Boerhave, Margraf, Wenzel, Kirwan u. s. w. wurde endlich Lavoisier in den Stand gesetzt, Stahls angeblichen Brennstoff für ein Hirngespinnst zu erklären, und die antiphlogistische Theorie siegreich dagegen aufzustellen und durchzuführen.

Anton Lorenz Lavoisier war 1743 zu Paris geboren. Seine glänzenden Glücksumstände gestatteten ihm, alle Versuche auszuführen, welche sein reger Geist nur immer zu ersinnen vermochte. Er bewies durch unzweideutige Experimente, daſs die Zunahme des Gewichts, welche man bei den Metallen wahrnimmt, wenn sie in atmosphärischer Luft verkalkt werden, von der Grundlage der Lebensluft herkomme, welche sie aus dieser aufnehmen; eine Thatsache, welche zwar schon mehr denn ein Jahrhundert vor ihm von Rey und von Mayow behauptet worden war, aber ohne strenge nachgewiesen worden zu seyn, weſshalb sie auch damals keinen Glauben fand.

Aehnliche Erscheinungen beobachtete er beim Verbrennen des Phosphors und des Schwefels. Er zeigte, daſs die Veränderungen, welche die Luft erleidet beim Verbrennen der Körper, beim Verkalken der Metalle u. s. w. darin bestehe, daſs im Verbrennungsproceſs der athembare Theil der Luft absorbirt wird, und daſs auch das Wasser kein Element, sondern ein zusammengesetzter Körper sey.

Auf die von ihm angestellten Versuche stützte er sein System (1778), und seine Grundsätze wurden bald in Deutschland, Frankreich und England von der grofsen Majorität der Gelehrten mit einem beispiellosen Enthusiasmus aufgenommen und verbreitet. Es war dem rastlosen Lavoisier indessen nicht vergönnt, die Früchte seines thätigen und wissenschaftlichen Lebens zu ernten; er wurde das Opfer der bürgerlichen Unruhen und starb unter Robespierre auf dem Schaffot 1794. Die von Lavoisier und seinen Mitarbeitern vorgeschlagene Kunstsprache oder Nomenklatur wurde unter einigen Modificationen fast in ganz Europa angenommen, und hat sich gröfstentheils bis auf unsere Tage erhalten. Mit Recht trauerte die ganze gelehrte Welt über den gewaltsamen Tod dieses aufserordentlichen Mannes; der Urheber einer so grofsen und für die geistige Entwickelung so folgereichen Revolution, verdiente wohl mehr die Achtung und Bewunderung seiner Zeitgenossen. Von der Nachwelt ist sie ihm indessen in vollem Mafse gezollt worden.

Fünfte Epoche. *Dualistische oder Elektrochemie.* (Berzelius und Davy.)

Die Theorie vom Verbrennen der Körper, und vorzüglich von den dabei vorkommenden Erscheinungen, war bei Stahl und Lavoisier die Basis der chemischen Theorie gewesen, und wird es auch wohl immer bleiben.

Nach der Entdeckung der Voltaischen Säule fing man an, jeden chemischen Procefs als eine elektrische Erscheinung zu betrachten. Berzelius stellte den Satz auf, dafs alle heterogenen Körper entgegengesetzte Elektricitäten zeigen, und dafs, während diese Körper sich verbinden, sich auch die beiden Elektricitäten vereinigen, und dafs hierdurch die Erscheinung von Licht und Wärme entstehe.

Diesem zufolge würde bei jeder chemischen Verbindung eine Neutralisation der entgegengesetzten Elektricitäten statt finden, durch welche Neutralisation das Feuer auf dieselbe Weise hervorgebracht wird, wie diefs bei der Entladung der Leidener Flasche, der Voltaischen Säule und des Blitzes der Fall ist.

Diejenigen Chemiker, welche der antiphlogistischen Lehre von Lavoisier nicht zugethan waren, als Gren, Westrumb, Göttling, Richter haben diese fünfte und letzte Epoche nicht mehr erlebt. Westrumb lebte zwar noch, Alterschwäche machte ihn aber unempfänglich für das Neue. Nur Delamethrie, welcher mit Beharrlichkeit und fast mit Eigensinn behauptete, daſs der Sauerstoff nicht Ursache der Säure sey, wodurch er das Lavoisier'sche System für unhaltbar erklärte, erlebte es noch, daſs Säuren ohne Sauerstoff entdeckt wurden. Da er aber für seine frühere Behauptung gar keine Gründe aufzuweisen hatte, so war es auch eben nicht sehr verdienstvoll für ihn, die künftigen Erscheinungen gewissermaſsen nur errathen zu haben.

Während dieser fünften und bis jetzt letzten Epoche der Chemie, so wie schon einige Zeit vor derselben, wurden viele wichtige Beiträge zur Vervollkommnung der Chemie geliefert.

Die Namen der Männer, welche die Wissenschaft auf diese Weise bereicherten, werden stets einen ehrenvollen Platz in den Annalen der Wissenschaft einnehmen. Berzelius und Davy sind die Heroen dieser Epoche; die übrigen Gelehrten, welche am Schlusse des vorigen Jahrhunderts so ruhmvoll gewirkt haben, alle namentlich aufzuzählen, würde für den gegenwärtigen Zweck zu weit führen; es sey mir daher nur vergönnt, einige der ausgezeichnetsten hier zu nennen; als:

Deutsche Chemiker: Bucholz, Brandes, Bischoff, Buchner, Brunner, Crell, Döbereiner, Dumesnil, Engelhart, Fuchs, Fischer, Frommherz, Gruner, Gren, Gehlen, Geiger, Göttling, Girtaner, L. Gmelin, C. Gmelin, Grotthouſs, Hermbstädt, Hünefeld, Hildebrandt, Hagen, Jacquin, John, Kastner, Kirchhof, Kupfer, Klaproth, Lampadius, Liebig, Mitscherlich, Magnus, Meisner, Neumann, Osan, Pfaff, Pleischl, Prechtl, Richter, Rose, Runge, Scherer, Strohmeyer,

Schweiger, Scholz, Trommsdorff, Unverdorben, Wurzer, Wöhler, Wiegleb, Westrumb, Winterl, Walchner u. s. w.

Engländer. Allen, Brande, Bostock, Blagden, Black, Cavendish, Chenevix, Davy, Dalton, Faraday, Howard, Hatschet, Henry, Hall, Kirwan, Marcet, Murray, Parkes, Pepys, Philipps, Priestley, Thomson, Tennant, Turner, Wollaston, Ure u. s. w.

Schweden. Arfwedson, Berzelius, Bergmann, Cronstett, Hisinger, Scheele u. s. w.

Franzosen. Berthollet, Boullay, Braconnot, Becquerel, Chaptal, Clement, Caventou, Chevallier, Collet-Descostil, Chevreul, Desormes, Dulong, Dumas, Fourcroy, Guyton-Morveau, Gay-Lussac, Lavoisier, Laugier, Lasaigne, Orfila, Pelletier, Roard, Robiquet, Serullas, Saussure, Thenard, Vauquelin u. s. w.

Holländer. Boerhave, Van Marum, Van Mons, Stratingh u. s. w.

Italiener. Brugnatelli, Configliachi, Dandolo, Fabroni, Landriani, Melandri, Morichini, Moretti, Marabeli, Spalanzani, Volta u. s. w.

Literatur.

J. F. Gmelin. Chemische Grundsätze der Probier- und Schmelzkunst. Halle 1786.

C. F. Wenzel. Lehre von der Verwandtschaft der Körper. Dresden 1777 — 1800.

Kirwan. Physikalisch-chemische Schriften aus dem Englischen von L. v. Crell. Berlin 1783 — 1801. 5 Bände.

Torbern Bergmann. Opuscula physica et chymica. Upsal. 1788 — 1790. 6 Vol.

C. W. Scheele. Opuscula chemica et physica. Lips. 1788 — 1790.

J. B. Richter. Anfangsgründe der Stöchiometrie oder Meſskunst der chemischen Elemente. 3 Th. Breslau 1792 — 1794.

J. B.

J. B. Richter. Ueber die neueren Gegenstände der Chemie XI Stücke. Bresl. u. Hirschb. 1791 — 1802.

Spielmann. Institutiones chemiae. Argentorati 1763.

Beaumé. Chimie expérimentale. Par. 1773. 3 Thl. Deutsch von Gehler. Leipz. 1775. 2 Thl.

Weigel. Grundrifs der reinen und angewandten Chemie. Greifswald 1777 — 78. 2 Thl.

Hagen. Grundrifs der Experimental-Chemie. Königsb. 1786. Neuere Auflage 1796.

Wiegleb. Handbuch der allgemeinen Chemie. Berlin 1781 — 1792. 2 Thl. 3te Ausg. 1796.

Lavoisier. Traité élémentaire de chimie. Paris 1789. 2 Vol. Deutsch von Hermbstädt. Berlin 1792. 2 Bände. 2te Ausg. 1803.

Klaproth. Beiträge zur chemischen Kenntnifs der Mineralkörper 1795 — 1816. 6 Bde.

Gren. Systematisches Handbuch der gesammten Chemie. 1787 — 91. 4 Thl. 3te Ausgabe von Klaproth, 4te von Buchholz.

— — Grundrifs der Chemie. 2 Bde. Halle 1796.

Hermbstädt, systematischer Grundrifs der Experimental-Chemie. Berlin 1791. 3 Thl. 3te Ausg. 1812 — 23. 4 Bde. 5ter Band Supplemente 1827.

— — Abrifs der Experimental-Chemie. Berlin 1820.

J. A. Chaptal. Anfangsgründe der Chemie. Aus dem Franz. übersetzt von Wolf. 3 Bde. Königsb. 1791 — 92.

— — Chimie appliquée aux arts. 4 Vol. Paris.

Girtaner. Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1792.

A. N. Scherer. Grundzüge der neueren chemischen Theorie. Jena 1795. 2 Bde.

C. G. Hagen. Grundsätze der Chemie. Königsb. 1796. 4te Auflage 1815.

Goettling. Handbuch der theoret. und prakt. Chemie. 3 Bde. Jena 1798 — 1800.

Hildebrandt. Encyklopädie der gesammten Chemie. 16 Hefte. Erlangen 1799 — 1807.

— — Anfangsgründe der Chemie. 3 Bde. 2te Aufl. Erlangen 1802.

Goettling. Anfangsgründe der Probierkunst mit Cramers Erfahrungen verbunden. Leipzig 1794.

Goettling. Praktische Anleitung zur prüfenden und zerlegenden Chemie. Jena 1802.

Vauquelin. Handbuch der Probierkunst, aus dem Franz. von Wolf, und mit Anmerk. von Klaproth. Königsb. 1800.

Lampadius. Handbuch zur chemischen Analyse der Mineralkörper 1801.

Kopp. Grundrifs der chemischen Analyse mineralischer Körper. Frankfurt a. M. 1805.

J. Fr. Gmelin. Grundrifs der allgemeinen Chemie. Göttingen 1782. 2te Ausg. 1804.

Berthollet. Essai de statique chimique. Paris 1803. Tom. 2.

— — Versuch einer chemischen Statik von Fischer. Berlin 1811.

— — Recherches sur les lois de l'affinité. Paris 1801. Ueber die Gesetze der Verwandtschaft in der Chemie von Fischer 1802. Berlin.

Trommsdorf. Systematisches Handbuch der gesammten Chemie, Erfurt 1800 — 1808. 8 Theile. 2te Auflage 1811 — 1822.

Thomson. System of chimistry. London 1804 die 6te Ausg. 1820. 4 Bde. übersetzt von Wolf. Berlin 5 Bde. 1805 — 1811.

Dalton new system of chemical philosophy. London 1808 — 10. 2 Vol. Neues System der chemischen Naturwissenschaft von Wolf. Berlin 1812 — 14. 2 Bde.

Davy. Elements of chemica philosophy. London 1812. Elemente des chemischen Theils der Naturwissenschaft von Wolf. Berlin 1815. 2te Aufl. 1820.

Henry. Elements of experimental chimistry. London 1810. 2 Vol. 9ty. edit. 1823. Handbuch der theoret. und praktischen Chemie von Wolf. Berlin 1812. 2 Bde.

Döbereiners Grundrifs der allgemeinen Chemie. 3te Aufl. Jena 1826.

Kastner. Einleitung in die neuere Chemie. Halle 1814.

— — Vergleichende Uebersicht des Systems der Chemie. Halle 1821.

— — Handbuch der Physik und Chemie. Bonn 1821.

Leop. Gmelin. Handbuch der theoretischen Chemie. 3te Ausg. Frankf. a. M. 1827 u. 1829. 2 Bde.

Orfila. Traité de chimie médicale. Paris 1818. Deutsch von Trommsdorff. Erfurt 1819 — 20. 3 Bde.

Meifsner. Anfangsgründe des chemischen Theils der Naturwissenschaft. Wien 1819 — 27. 6 Bde in 8 Abthl.

Thénard. Traité de chimie. Paris 1816. 5te edition 1827. 5 Tom. Deutsch von Fechner 1825 — 1828. 6 Bde.

Wolff. Lehrbuch der Chemie nach Murray, Thenard und Thomson frei bearbeitet. Berlin 1820 — 1821. 5 Bde.

Berzelius. Lehrbuch der Chemie übersetzt von Wöhler. 3te Ausgabe. Dresden 1825 — 28. 3 Bde in 6 Abthl.

Brande. Manual of chimistry. London 1821. 3 Vol. Handbuch der Chemie. Leipz. 1821.

Jacquin. Lehrbuch der allgemeinen und medicinischen Chemie. 5te Aufl. Wien 1822. 2 Bde.

Bischoff. Lehrbuch der reinen Chemie. Bonn 1823. 1 Bd.

Scholz. Lehrbuch der Chemie. Wien 1829. 2te Aufl. 2 Bde.

Goebel. Handbuch der pharmaceutischen Chemie und Stöchiometrie. 2te Aufl. Eisenach 1827.

Buchner. Inbegriff der Pharmacie etc. 3ten Theils erster und zweiter Band. (Chemie.) Nürnberg 1826 u. 1830.

Fourcroy. Systeme des connaissances chimiques. Paris an 9. Tom. 10. 8. Tableau synoptique de chimie an 9. in 4to. System der chemischen Kenntnisse aus dem Franz. übersetzt von Wolf. 4 Bde. Königsb. 1800 — 1803.

— — Tableaux pour servir de resumé aux leçons de chimie. Paris an IX von Görres übersetzt. Koblenz Jahr 9.

— — Philosophie chimique ect. Ins Deutsche übersetzt von Link. Leipz. und Rostock 1806.

Wurzer. Handb. der populären Chemie. Leipz. 1806. 5te Aufl.

J. Black. Vorlesungen über Chemie, aus seiner Handschrift herausgezogen von J. Robinson. Aus dem Engl. von L. v. Crell. 4 Bd. Hamb. 1804 — 1805.

F. Strohmeyer chemische Tabellen. Gött. 1805.

— — Grundrifs der theoretischen Chemie. Gött. 1808. 2 Bd.

Murray. System of Chimistry. Vol. 4. Edinburgh 1819.

J. J. Prechtl. Grundlehren der Chemie in technischer Beziehung. 2 Bde. 2te Aufl. Wien 1817.

Lampadius. Grundrifs der Electro-Chemie. Freib. 1817.

Parkes. Grundsätze der Chemie; durch Vers. u. Kupf. erläutert. Aus dem Engl. Leipz. 1822.

Schubarth. Lehrbuch der theoretischen Chemie. Berlin 1822. (4te Aufl. 1829.)

Chaptal. Chimie appliquée à l'agriculture. Paris 1823.

Kühn. Praktische Chemie für Staatsärzte. Leipz. 1829.

Du Menil. Leitfaden zur chemisch. Untersuchung der Naturkörper. Gotha 1829.

Mitscherlich. Lehrbuch der Chemie. 1stes Heft. Berlin 1829.

Turner. Lehrbuch der Chemie. Uebersetzt aus dem Engl. von Hartmann. 1 Bd. Leipz. bei Brockhaus 1829.

Heinr. Rose. Handb. der analytischen Chemie. Berlin 1829.

Bouillon Lagrange. Manuel d'un cours de Chimie. 3 Vol. 5te edition. Paris 1812.

Dumas. Chimie appliquée aux arts. Paris 1829. Eine deutsche Uebersetzung von Dr. Engelhart. Nürnberg 1829.

John. Chemisches Laboratorium; oder Anweisung zur chemischen Analyse der Körper. Berlin. 6 Bd. 1821.

Pfaff. Handb. der analytischen Chemie. 2 Bde. Altona 1821. 2te Aufl.

Döbereiner. Zur pneumatischen Chemie. Auch unter dem Titel: zur mikrochemischen Experimentirkunst. 3 Thl. Jena 1821 — 1822.

Meinecke. Die chemische Mefskunst, oder Anleit. die chemischen Verb. nach Maafs und Gewicht auf eine einfache Weise zu bestimmen und zu berechnen. 2 Bde. Halle und Leipzig 1815 — 1817.

Buff. Versuch eines Lehrbuchs der Stöchiometrie. Nürnberg 1829.

Döbereiner. Darstellung der Verhältnifszahlen der irdischen Elemente zu chemischen Verbindungen. Jena 1816.

Bischoff. Lehrbuch der Stöchiometrie. Erlangen 1819.

J. J. Berzelius. Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen. Nach der schwed. und franz. Originalausgabe bearbeitet von Blöde. Dresden 1820.

Grotthufs. Verbindungs-Verhältnifs, oder chemische Aequivalenten-Tafeln. Nürnb. 1821.

Dr. Mensing. Leichtfafsliche Anleitung zu stöchiometrischen Rechnungen. Erfurt 1824.

Zeitschriften.

L. v. Crell's chemisches Journal 1 — 4 Band. Lemgo 1778 — 1781.

— — neueste Entdeckungen in der Chemie. 1 — 13 Bd. Leipzig 1781 — 86.

— — chemisches Archiv. 2 Bde. ebend. 1783.

— — neues chemisches Archiv. 8 Bde. ebend. 1784 — 1791.

— — neuestes chemisches Archiv. 1 Bd. Weimar 1798.

— — chemische Annalen 1784 — 1803. 40 Bde. Helmstädt u. Leipzig 1784 — 1803.

Dr. A. N. Scherer. Allgemeines Journal der Chemie. 10 Bde. Leipz. 1798 — 1803.

— — Archiv für die theoretische Chemie. Bd. 1. Jena 1800 — 1810.

— — Allgemeine nordische Annalen der Chemie. Bd. 1 — 8. St. Petersburg 1819 — 1822.

A. F. Gehlen. Neues allgem. Journal der Chemie. 6 Bd. Berlin 1803 — 1806.

— — Journal für Chemie und Physik. 9 Bd. ebend. 1806 — 1810.

Annales de chimie et de Physik par Gay-Lussac et Arago. Paris.

Bulletin de sciences physiques et chimiques par Ferussac. Paris.

Philosophical magazine and annales of philosophy by Taylor et Phillips. London. (Früher zwei getrennte Zeitschriften.)

The Edinburgh philosophical Journal by Jameson. Edinburgh.

The London Journal of sciences and arts by Brande. London.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig. 76 Bde. von Gilbert; vom 77 Band an von Poggendorf fortgesetzt.

Schweigers und Schweiger-Seidel's Journal für Chemie und Physik. Halle 1824.

Kastners Archiv für die gesammte Naturlehre. Nürnberg.

L. Brugnatelli. Annali di Chimica e Storia naturale etc. Pavia. (seit 1790 — 1808). Nachher folgte von dessen Sohn:

Giornale di fisica, Chimica e Storia naturale. Pavia 1807.

Berzelius. Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften aus dem Schwedischen übersetzt von C. Gmelin und Wöhler. 9 Jahrgänge.

Erster Theil.

Allgemeine Chemie.

Verwandtschaft. Affinität.

Die Phänomene der Zusammenhäufung der Theilchen eines Körpers lassen sich nicht wohl erklären, ohne die Thätigkeit einer Kraft anzunehmen, welche von Newton Anziehungskraft (vis attractionis) genannt wurde. Die Himmelskörper, welche das Sonnensystem ausmachen, werden durch diese Kraft in Bewegung gesetzt und getrieben; durch jene Kraft werden sie in ihrer Bahn erhalten und in ihren Bewegungen bestimmt; nämlich der Mond in seiner Bahn um die Erde so wie die Planeten und Kometen um die Sonne.

Newton hat die Behauptung aufgestellt, daſs die allgemeine Anziehung, welche unter den Planeten statt findet, der Schwere (Gravitatio universalis) analog sey, daſs sie sich auf bestimmte Entfernungen erstrecke und eine Eigenschaft aller Körper sey.

Diese Anziehung auf bemerkbaren Entfernungen gehört in das Gebiet der Astronomie. Die Anziehung aber zwischen Körpern, oder zwischen den, einen und denselben Körper constituirenden Theilchen in unmerklichen Entfernungen, in ganz naher Berührung oder in unmittelbarem Contact, die sich auf die kleinsten Theile der Materie erstreckt, ist auch Verwandtschaft genannt worden, und von dieser kann hier nur die Rede seyn. Sie wird eingetheilt: in homogene Verwandtschaft oder Cohaesionskraft, und in heterogene Verwandtschaft oder Affinität.

Die homogene Verwandtschaft treibt die gleichartigen Theilchen gegen einander und bewirkt, dafs die Körper vereinigt bleiben und grofse Massen bilden.

Die Cohäsion ist in den Körpern ausnehmend verschieden. In einer Stange Eisen z. B. ist sie sehr grofs, die Theilchen hängen so fest zusammen, dafs eine bedeutende Kraft dazu erfordert wird, um deren Trennung zu bewerkstelligen. Die Cohäsion des Bleidrahts und vieler anderer Körper ist leichter zu überwinden.

Die Gröfse der Massen hat auf die Kraft der Cohäsion keinen Einflufs; denn wenn man von einem grofsen Granit-Block ein kleines Stück trennt, so widersteht dieses abgeschlagene Fragment der Feile oder einer mechanischen Gewalt, wodurch man eine fernere Trennung der Theilchen bewirken will, in eben dem Maafse, als die grofse Masse selbst. Von der Cohäsion hängt also die Stärke ab, womit die Massen-Theile der Körper zusammengehalten werden, und folglich ist auch ihr Zusammenhang oder ihre Festigkeit der Cohäsion untergeordnet, oder vielmehr als eine Folge dieser letztern zu betrachten.

Die Kraft der Cohäsion ist, wie schon oben bemerkt, nicht von gleicher Stärke in den verschiedenen Körpern. In den wägbaren elastischen Flüssigkeiten und Dämpfen hat man sie bisher mit Zuverlässigkeit nicht nachweisen können. In den tropfbaren Flüssigkeiten ist sie sehr schwach, und nur dadurch, dafs die Flüssigkeiten eine Tendenz zur Kugelform haben, kann die Cohäsion in denselben dargethan werden; sie ist übrigens nicht von gleicher Stärke in den verschiedenen Flüssigkeiten, sondern steht meistens in geradem Verhältnisse mit der Dichtigkeit derselben.

In den festen Körpern äufsert sich die Cohäsion auf die auffallendste und am leichtesten bemerkbare Weise und kann bis auf einen gewissen Grad gemessen werden durch die Kraft, welche man anzuwenden hat, um die Theile eines Körpers von einander zu trennen, was durch einen gewissen mechanischen Druck oder Stofs bezweckt wird. Hierauf gründen sich einige in den Gewerben übliche Operationen, als Reiben, Stofsen, Raspeln, Schneiden, Gold-

ziehen, Goldschlagen etc. In den mehrsten Fällen kann auch die Cohäsion durch Erwärmen geschwächt werden.

Bei den festen Körpern sind Härte, Weichheit, Zähigkeit, Sprödigkeit, Elasticität etc. bloſse Modificationen der Cohäsionskraft.

Die festen Körper kommen entweder in regelloser Form als rohe Massen (corpora amorpha) vor, oder in einer regelmäſsigen Form, als Krystalle, wo sie von unveränderlichen Winkeln, Ecken und Kanten begränzt, und dadurch nach bestimmten Gesetzen zu geometrisch gebildeten Körpern werden.

Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, daſs glatt geschliffene Körper, wenn sie sich mit ihren Flächen berühren, mit einer gewissen Kraft zusammenhängen. Dieses Zusammenhängen wird Adhäsion oder Flächenanziehung genannt. Sie wird stärker durch die Länge der Zeit, und vermindert sich durch Temperaturerhöhung.

Diese Adhäsion äuſsert sich am stärksten, wenn man den einen Körper zuvor in flüssigen Zustand versetzt und ihn dann auf die Oberfläche eines andern festen Körpers überträgt, wo er dann in einigen Fällen allmählich durch Verdampfen der Flüssigkeit oder auf eine andere Weise wieder in den festen Zustand zurückgeführt wird. Auf dieser Flächenanziehung beruht das Uebertragen der Firnisse, das Leimen, die Spiegelfabrication, die Glasur, die Anwendung des Mörtels etc.

Die Wirkung der Anziehungskraft zeigt sich aber mit viel gröſserer Evidenz, wenn heterogene oder ungleichartige Stoffe mit einander in Berührung gebracht werden, und in diesem Falle nennt man sie Vereinigungsverwandtschaft, Wahlverwandtschaft oder Affinität.

Die Affinität ist die Kraft oder die in den Stoffen eigene Tendenz, vermöge welcher heterogene Körper beim Contact und unter günstigen Umständen bis zur Befriedigung oder bis daſs sie in Ruhe kommen, sich zu vereinigen streben, wodurch sie endlich gesättigt und indifferent werden. Das Resultat einer solchen Vereinigung ist eine chemische Verbindung oder Mischung, im Gegensatz von

Gemeng, in welchem letzteren heterogene Körper nur mechanisch gemengt neben einander liegen, aber nicht chemisch verbunden sind. Diese Kraft ist als eine allgemeine Eigenschaft der Körper zu betrachten; denn es gibt keinen irdischen Stoff, welcher nicht geneigt wäre, sich mit irgend einem andern zu verbinden.

Die Affinität oder die Kraft, welche dahin strebt, daſs sich heterogene Stoffe vereinigen, ist in den einzelnen Körpern von verschiedener Stärke. Folglich hat ein Körper A nicht den nämlichen Grad von Affinität zu einem Körper B als zu C; weſshalb es mehr oder weniger leicht seyn wird, A von B als von C zu trennen.

Da nun ein Stoff sich vorzugsweise mit einem zu verbinden, den andern hingegen zu fliehen scheint, so nahmen unsere Vorfahren physische Beziehungen als die Ursachen der Veränderungen in der Körperwelt an; sie erblickten nämlich Liebe und Freundschaft unter den Stoffen, welche geneigt schienen, eine Verbindung mit einander einzugehen; Haſs und Feindschaft aber da, wo eine Trennung oder gleichsam ein gegenseitiges Fliehen wahrgenommen wurde.

Schon Heraklit suchte alle Veränderungen in der Körperwelt aus zwei Gesetzen, aus dem Gesetze des Streits und der Einigkeit, oder der Entgegenwirkung und Verähnlichung, zu erklären.

Der verschiedenen Ansichten von Barchhusen, Becher, und Lemery nicht zu gedenken, war Newton der Erste, welcher die chemische Verbindung auf eine allgemeine Attraction zurückführte.

Nach der neueren Ansicht von Davy und namentlich von Berzelius befindet sich jeder Naturkörper in einem besonderen Zustand von Elektricität. In einem je höheren Grade der eine Körper positiv und der andere negativ elektrisch ist, um so stärker wird die unter ihnen obwaltende Affinität seyn.

Auch Oersted, Becquerel und einige andere haben sich bemüht durch Versuche darzuthun, daſs bei den Affinitätserscheinungen die positive und negative Elektricität

wirkend sind. Berzelius hat die chemische Beschaffenheit der sauren und alkalischen Stoffe aus ihrem elektrischen Zustande zu erklären gesucht. Ist nämlich ein Körper beharrlich negativ elektrisch, so besitzt er die Eigenschaft einer Säure; ist er beharrlich positiv elektrisch, so gehört er zu den Alkalien. Ein Körper kann in Hinsicht eines zweiten positiv, aber hinsichtlich eines dritten negativ elektrisch seyn.

Ueber die Intensität der Elektricität verschiedener Elementarstoffe hat Berzelius eine Tabelle entworfen. Sie fängt an mit dem Körper, welcher mit der gröfsten Stärke nach dem positiven Pole hingezogen wird, oder am stärksten negativ elektrisch ist, und schliefst mit dem Körper, welcher mit der gröfsten Gewalt von dem negativen Pole angezogen wird, der mithin die stärkste positive Elektricität hat. Die Stärke der negativen Elektricität nimmt ab, so wie man in der Tabelle abwärts geht, und verschwindet endlich in der Mitte derselben gänzlich. Dann fängt die positive Elektricität an sich zu äufsern und nimmt zu, wie man in Reihenfolge abwärts steigt, und erreicht am Ende der Tabelle ihr Maximum.

— Sauerstoff
Schwefel
Stickstoff
Chlor
Brom
Jod
Fluor
Phosphor
Selen
Arsenik
Chrom
Molybdän
Wolfram
Bor
Kohlenstoff
Spiefsglanz
Tellur
Tantal
Titan
Silicium
Osmium
Wasserstoff

———

Gold
Iridium
Rhodium
Platin
Palladium
Quecksilber
Silber
Kupfer
Uran
Wismuth
Zinn
Blei
Cerer

Kobalt	Yttrium
Nickel	Beryllium
Eisen	Magnesium
Kadmium	Calcium
Zink	Strontium
Mangan	Barytium
Zirkonium	Lithium
Aluminium	Natrium
	Kalium.

Die Kraft der Affinität kann in ihren Resultaten Modificationen erleiden, d. h. sie kann stärker oder schwächer hervortreten, je nachdem folgende von Berthollet zuerst aufgestellte Umstände obwalten, welche dabei in Erwähnung zu ziehen sind:

1) Die relative Quantität zweier in Verbindung getretener Elemente.

Je größer das Verhältniſs des einen ist, desto mehr Affinität wird es gegen das andere ausüben, und um so mehr Schwierigkeiten wird man haben, das letztere von der gröſseren Masse zu trennen.

Stellen wir uns drei aus zwei einfachen Stoffen zusammengesetzte Körper vor, der eine bestehend aus A + B der zweite aus A + 2B und der dritte aus A + 3B.

Im ersten Falle wird es am leichtesten seyn, ein Theil A von B zu trennen, im zweiten Falle wird die Schwierigkeit der Abscheidung gröſser werden, und endlich bei der dritten Verbindung wird mit den nämlichen Mitteln die Trennung kaum mehr zu bewerkstelligen seyn, weil hier drei Verhältnisse von B auf ein Verhältniſs von A wirken. Das Manganperoxyd kann uns hier als Beispiel dienen.

2) Die Cohäsion. Die Cohäsion, welche zwischen zwei festen heterogenen Körpern existirt, wird in den mehrsten Fällen ein Hinderniſs zu ihrer Verbindung. Wenn daher die Cohäsion der zwei Körper A und B gröſser ist, als ihre gegenseitige Affinität, so kann letztere sich nicht wirksam zeigen. Beispiel: Schwefel und Blei; nur dann, wenn die Cohäsion des Bleies durch Schmelzen gehoben wird, kann die gegenseitige Affinität bemerkbar gemacht wer-

den, wobei sich das Axiom unserer Vorgänger bewährt: *corpora non agunt, nisi fluida.* Die Cohäsion kann aber auch zuweilen die Affinität begünstigen, indem sich Niederschläge oder Krystalle bilden.

3) Die Temperatur. Sie kann die Affinität bald vermindern, bald vermehren. So ist z. B. das Quecksilber fähig, sich bei einer gewissen Temperatur an der Luft zu oxydiren, und den absorbirten Sauerstoff bei einer noch höheren Temperatur wieder zu verlieren. Eben so können Nickel und Kobalt bei einer hohen Temperatur zu Superoxyden und bei einer noch höheren Temperatur wieder reducirt werden. Der kohlensaure Baryt zerlegt in der Kälte das schwefelsaure Natron, während in der Hitze der umgekehrte Fall eintritt, indem nämlich alsdann das kohlensaure Natron den schwefelsauren Baryt zerlegt.

4) Der elektrische Zustand der Körper. Es ist hinreichend zu bemerken, daſs zwei mit der nämlichen Elektricität begabte Körper sich zurückstoſsen, und daſs Körper, welche verschieden elektrisch sind, sich gegenseitig anziehen, um sich zu verbinden.

5) Der mechanische Druck. Er hat keinen bedeutenden Einfluſs auf die festen und tropfbarflüssigen Körper, weil diese durch den Druck ihre Ausdehnung im Raume nur sehr wenig vermindern. Wohl aber können einige elastische Flüssigkeiten durch den Druck zu einer Verbindung gebracht werden. Eben so lassen sich verschiedene Gasarten durch die mechanische Gewalt mit einigen tropfbaren Flüssigkeiten leichter vereinigen. Auf diese Weise hat auch der Ritter Hall bei einem starken Druck und einer heftigen Glühhitze, die Kreide geschmolzen, worauf sie nach dem Erkalten krystalisirt und in Marmor umgewandelt war.

Wenn mit einem zusammengesetzten Körper A B der Körper C in Berührung gebracht wird, so können verschiedene Fälle eintreten. Sind nämlich die beiden Körper fest, so wird nur in wenigen Fällen eine Einwirkung des einen auf den andern wahrzunehmen seyn; sind sie aber flüssig,

so kann sich C mit A und B vereinigen, und einen dreifachen Körper bilden, oder C kann sich mit einem der beiden Stoffe verbinden, woraus entstehen würde der Körper A und C, und B würde dann ausgeschieden seyn, oder wenn C sich mit B zum Körper BC vereinigte, so würde A ausgeschieden. Da nun der Körper C eine nähere Verwandtschaft zu A oder zu B hat, als die beiden Körper unter sich haben, und da sich C gleichsam einen von beiden auswählt, und den andern ausscheidet, so ist diese Erscheinung mit dem Namen Wahlverwandtschaft oder einfache Wahlverwandtschaft belegt worden (*affinitas electiva simplex.*) Beispiel: Schwefelsaures Kupfer sey der Körper AB; diesen kann man durch Kali, welches hier der Körper C sey, zersetzen. *)

Für die Vereinigung des Körpers AB mit einem Körper C bedient man sich einer Auflösung von schwefelsaurem Kupfer, welche man mit einem Ueberschuſs von Ammonium versetzt, woraus der ternäre Körper ABC entstehen wird.

Es kann sich ferner der Fall ereignen, daſs der Körper AB weder durch den Körper C noch durch den Körper D zersetzbar ist, wenn jeder der letzteren einzeln für sich angewendet wird; wohl aber kann der Körper AB zerlegt werden, wenn CD vereinigt zu dieser Zersetzung gebraucht werden; hieraus würden nun zwei neue Körper entstehen, nämlich AC und BD. Schwefelsaures Natron kann hier als Beispiel dienen und den Körper AB repräsentiren; umsonst würde man den Körper C (Salzsäure) hinzusetzen; eben so wenig würde der Körper D (Kalkwasser) eine Affinität weder für A noch für B äuſsern. Wenn man aber den Körper CD (salzsauren Kalk) mit dem Körper AB in Berührung bringt, so wird die Affinität thätig werden und es bilden sich nun zwei neue Verbindungen, nämlich AC (salzsaures Natron) welches in Auflösung bleibt, und BD (schwefelsaurer Kalk), welcher als ein fast unauflösliches Pulver zu Boden fällt.

---

*) Nimmt der ausgeschiedene Körper Pulverform an, so nennt man ihn **Präcipitat** oder **Niederschlag**.

Bergmann belegte diese Erscheinung mit dem Namen doppelte Wahlverwandtschaft (*attractio* oder *affinitas electiva duplex.*) Er wufste aber zu jener Zeit nicht, dafs hier aufser der Verwandtschaft noch einige andere Kräfte in Wirkung treten, was späterhin Berthollet gezeigt hat; noch weniger war er in Kenntnifs von den neuen Ansichten über den entgegengesetzten elektrischen Zustand, worin sich die Körper befinden müssen, wenn sie eine wechselseitige Affinität für einander haben sollen.

Es ist eine schwierige Aufgabe, dem Anfänger die Lehre von den Affinitäten ganz verständlich zu machen, jedoch ist es nothwendig, ihm die Grundzüge und einen allgemeinen Begriff davon zu ertheilen; der Gegenstand wird anschaulicher, wenn man Gelegenheit hat, denselben bei den verschiedenen chemischen Erscheinungen zu beobachten.

Wenn man durch fortschreitendes Studium endlich dahin gelangen sollte, nicht nur die verschiedenen Grade der Affinität, welche unter den Körpern statt finden, genau zu messen und zu bestimmen, sondern auch alle übrigen Kräfte. welche noch bei chemischen Erscheinungen wirkend auftreten, und die Gesetze, nach welchen diese Kräfte wirken, zu enthüllen, so würde man sich bis zur Erkenntnifs der Ursachen erheben, aus welchen alle chemischen Wirkungen abgeleitet und erklärt werden können, und dann würde man behaupten dürfen, die Chemie auf den höchsten Grad der Vollendung gebracht zu haben.

Die Chemiker, welche sich vorzüglich Verdienste um die Lehre von den Verwandtschaften erworben haben, sind: Bergmann, Wenzel, Fourcroy, Kirwan, Berthollet, vorzüglich aber Richter und Berzelius.

Analyse und Synthese.

Die Analyse, auch Zersetzung, Zerlegung, Zergliederung genannt, ist eine Operation, welche darin besteht, die ungleichartigen Bestandtheile, aus welchen ein Körper zusammengesetzt ist, von einander zu trennen. Hierbei liegt die Kenntnifs von der Affinität, welche die Körper unter sich wechselseitig ausüben, zu Grunde. Es kommt hierbei

vorzüglich darauf an, Mittel anzuwenden, welche die, zwischen zwei oder mehreren Elementarkörpern bestehende Affinität schwächen; hiezu kann in einigen Fällen die Wärme dienen, indem sie die Körper ausdehnt, wodurch die gegenseitige Affinität der Elemente oft vermindert wird; in andern Fällen bringt man den zu analysirenden Körper AB mit einem andern C in Berührung, welcher zu einem von den beiden Bestandtheilen des Körpers AB eine gröſsere Affinität besitzt, als diese unter sich haben. Hierbei ist es vorerst nöthig, auszumitteln, aus welchen Stoffen der zu analysirende Körper besteht, alsdann muſs das quantitative Verhältniſs, welches sie unter sich haben, hergestellt werden. Die Analyse zerfällt demnach in die *qualitative* und dann in die *quantitative* Die erstere muſs der letzteren immer vorangehen, weil es, so lange man nicht mit Gewiſsheit angeben kann, welche Bestandtheile in dem zu zersetzenden Körper enthalten sind, schwer und oft fast unmöglich seyn würde, für das Verfahren, zur Ausmittelung der Quantitäten dieser Bestandtheile, einen richtigen Plan zu entwerfen.

Als Beispiel zu einer einfachen Analyse kann die des Zinnobers aufgestellt werden. Wenn man den Zinnober in einer Retorte mit Eisen oder mit Kalk vermengt, erwärmt, so wird das Quecksilber abgeschieden. Hierbei verbindet sich der Schwefel mit dem Eisen, und er kann alsdann durch ein anderes Verfahren von dem Eisen wieder getrennt werden.

Die Analyse ist also, wie wir gezeigt haben, eine Operation, durch welche man einen zusammengesetzten Körper in seine Grundbestandtheile zerlegen kann.

Die Synthese dagegen ist die Kunst, Körper zusammenzusetzen, oder mehrere einfache Stoffe zu einem Ganzen chemisch zu vereinigen.

Existirten nicht Kräfte, welche der Affinität entgegenstreben, so würde es eine leichte Aufgabe seyn, die Körper 2 und 2 oder 3 und 3, oder auch alle zusammen zu verbinden; aber nach ihrer Vereinigung würde es alsdann auch schwer, wo nicht unmöglich seyn, sie wieder zu trennen.

Es

Es ist hier noch nicht der Ort, in die Einzelnheiten der analytischen Operation selbst einzugehen, oder die speciellen Regeln anzugeben, welche beobachtet werden müssen, um eine Analyse mit der erforderlichen Verlässigkeit und Genauigkeit durchzuführen. Es ist überhaupt nicht wohl möglich, eine Analyse zu unternehmen, wenn man nicht die Eigenschaften aller einfachen und zusammengesetzten Körper bereits kennt, und wenn man nicht mit den in der Chemie vorkommenden Erscheinungen der Affinität gehörig vertraut ist. Die Affinität ist es nämlich ganz vorzüglich, welche bei den analytischen Versuchen zur Richtschnur genommen werden mufs, und nur durch sie kann man über die wechselseitigen Einwirkungen der Stoffe befriedigenden Aufschlufs erhalten.

Die analytischen Arbeiten erfordern eine grofse Uebung und eine gewissenhafte Genauigkeit, wenn man zu sichern Resultaten gelangen will. Die musterhaften Zergliederungen, welche von Klaproth, Vauquelin, Strohmeyer und von vielen Andern bekannt gemacht sind, können als Vorbild zur Analyse der festen, flüssigen und gasartigen Körper aufgestellt werden. Aufserdem besitzen wir einige für die Anleitung zur Analyse besonders geschriebene Werke, welche als Leitfaden zum Grunde gelegt werden können, wovon die vorzüglichsten in dem Verzeichnifs der Literatur angegeben sind. Bis zu Ende des vorigen Jahrhunderts betrachtete man irriger Weise die Analyse unter einem vierfachen Gesichtspunkt.

1) Mechanische oder vorläufige Analyse.

Hierunter verstand man das Auspressen der Säfte aus Früchten oder Pflanzen, und überhaupt die feinere Zertheilung der Körper durch mechanische Mittel.

2) Freiwillige Analyse, durch die Kräfte der Natur hervorgebracht, als: Verwittern der Mineralien, Gährung der Säfte aus organischen Substanzen.

3) Analyse durchs Feuer.

4) Analyse durch Reagentien.

Von diesen vier Arten der Analyse sind uns nur die beiden letztern übrig geblieben, und selbst die dritte, wel-

che in frühern Zeiten häufig, jedoch mit Unrecht, auf organische Stoffe angewendet wurde, beschränkt sich nur noch auf eine geringe Zahl unorganischer Stoffe, um bei denselben eine Trennung der Bestandtheile zu bewerkstelligen.

Die sogenannte Analyse durch Reagentien ist beinahe nur noch die einzige, welche man gegenwärtig anwendet, und welche durch die Entdeckungen in der neueren Zeit eine gröfsere Ausdehnung und Vervollkommnung erhalten hat.

Von den Reagentien.

Unter Reagens verstehen wir im Allgemeinen irgend eine einfache oder zusammengesetzte Substanz, welche mit einer andern in Berührung gebracht, durch eine bemerkbare Veränderung eigenthümlicher Art, für unsere Sinne, namentlich für das Auge, aber auch für Geruch und Geschmack das Vorhandenseyn eines fremden Körpers anzeigt. Die bekannte Substanz, durch deren Anwendung man die Gegenwart eines noch unbekannten Körpers auszumitteln sucht, ist also das Reagens. Ein Reagens zeigt gewöhnlich durch Farbenveränderung oder durch Trübung der Auflösung die in derselben vermuthete Substanz an.

Man bedient sich daher der Reagentien zu vorläufigen Prüfungen, um die Existenz einiger Bestandtheile wahrzunehmen, also gewissermafsen zur qualitativen Analyse.

Viele Körper können, insofern sie in Berührung mit andern eigenthümliche Veränderungen hervorbringen, und somit die Gegenwart eines andern Körpers enthüllen, als Reagentien betrachtet werden; dennoch hat man diejenigen, welche zu vorläufigen Versuchen am gewöhnlichsten angewendet werden, auf eine kleine Zahl reducirt, wovon wir hier nur die unentbehrlichsten anführen wollen.

1) Lackmustinctur und das mit Lackmus blau gefärbte Papier. Beide dienen zur Entdeckung einer freien Säure, indem sie durch dieselbe ihre ursprüngliche blaue Farbe in eine rothe verändern.

2) **Mit Curcuma gefärbtes Papier.** Zur Entdeckung der freien Alkalien und der alcalischen Salze, wodurch es seine gelbe Farbe in eine braune verwandelt.

Dasselbe nimmt aber auch von einigen Bleiauflösungen und von der Boraxsäure eine braune Farbe an.

3) Kohltinctur und der Aufguſs von verschiedenen blauen Blumen sind ebenfalls geeignet, die Gegenwart der Alkalien anzuzeigen, indem ihre blaue Farbe davon in grün umgewandelt wird.

4) Flüssiges essigsaures Blei wird von der Hydrothionsäure schwarz niedergeschlagen, zeigt die Schwefelsäure und die schwefelsauren Salze durch einen weiſsen pulverichten Niederschlag an, welcher sich in Salpeter- oder Salzsäure nicht wieder auflöst; zu dem letztern Zwecke werden auch angewendet: salpetersaurer und salzsaurer Baryt.

5) Boraxsäure (verglaste) dient, das Arsenik vermittelst gereinigter Kohle aus dem arsenigt- und arseniksauren Kalk metallisch darzustellen.

6) Salpetersäure dient zur Auflösung der meisten Metalle.

7) Salpetersalzsäure dient zur Auflösung des Goldes und Platins etc.

8) Schwefelsäure (concentrirte), um die schwächeren Säuren aus ihren Verbindungen zu scheiden, und zeigt den Baryt und das Blei an durch einen weiſsen schweren Niederschlag, welcher in Salpetersäure unauflöslich ist.

9) Weinsteinsäure, im Ueberschuſs angewendet, zeigt das in einer Auflösung enthaltene Kali an.

10) Schwefeläther wird zur Auflösung des Sublimats angewandt.

11) Absoluter Alkohol dient, um mehrere vegetabilische und animalische Substanzen aufzulösen.

12) Flüssige Hydrothionsäure zeigt die meisten Metallauflösungen durch einen braunen oder schwarzen Niederschlag an.

13) Galläpfel-Aufguſs zeigt das Eisenoxyd in einer Auflösung durch eine schwarze Farbe an.

14) Jodtinctur wird angewendet, um ein Minimum von Stärke in einer Flüssigkeit zu entdecken, wobei sich die Gegenwart der Stärke durch eine indigoblaue Farbe beurkundet.

15) Seifengeist dient, um in Flüssigkeiten die Gegenwart metallischer und erdiger Salze wahrzunehmen.

16) Reines Ammonium zeigt die in einer Auflösung enthaltenen Kupfersalze durch eine lazurblaue Farbe an.

17) Blausaures Eisenkali dient zur Entdeckung des in einer Auflösung enthaltenen Kupfers- oder Eisenoxyds, wobei braune oder blaue Niederschläge entstehen.

18) Kalkwasser zeigt die Kohlensäure, so wie die Kleesäure und kleesauren Salze durch weiſse Niederschläge an.

19) Kohlensaures Kali scheidet alle Erden und Metalloxyde aus ihren Auflösungen.

20) Schwefelwasserstoffhaltiges Schwefelammonium schlägt alle Metalle aus ihren Auflösungen nieder; in den mehrsten Fällen ist der Niederschlag gefärbt.

21) Salzsaures Gold schlägt das Zinnoxydul aus seinen Auflösungen in purpurrothen Flocken nieder.

22) Salzsaures Zinn zeigt das in einer Auflösung enthaltene Gold mit purpurrother Farbe an.

23) Salpetersaures Silber, Reagens auf Salzsäure und salzsaure Salze; weiſser Niederschlag in Salpetersäure unauflöslich.

24) Hydriodsaures Kali, Reagens auf Quecksilberoxydsalz, zinnoberrother Niederschlag; aúf Quecksilberoxydul, grünlicher Niederschlag.

25) Salzsaures Platin, Reagens auf Kali und Ammoniumsalze, gelbe Niederschläge.

26) Kleesaures Ammonium, Reagens auf Kalksalze, weiſser Niederschlag.

27) Reines kaustisches Kali dient als Auflösungsmittel der Alaun- und Kieselerde, des Schwefels und des Schwefelantimons, und schlägt die Magnesia und den Kalk aus ihren Auflösungen nieder.

28) Bernsteinsaures Ammonium zeigt das Eisenoxyd durch einen rostbraunen Niederschlag an, NB. nachdem die Auflösung desselben beinahe neutral gemacht worden ist.

29) Schwefelsaures Kupfer dient zur Entdeckung der arsenigtsauren Salze und des blausauren Eisenkalis; erstere werden grün und letztere braun niedergeschlagen.

30) Schwefelsaures Eisen dient zur Entdeckung der Gallussäure und des Gerbestoffs, wodurch eine schwarze Farbe entsteht.

31) Brechweinstein, Reagens auf Hydrothionsäure und deren Verbindung mit Basen; ein orangegelber Niederschlag.

32) Zink reducirt viele Metalloxyde aus ihren Auflösungen *).

Wir besitzen einige Werke, in welchen die Bereitung und Anwendung der Reagentien mit Gründlichkeit gelehrt sind, wohin gehören: die von Trommsdorff, Montanus, Accum, Rüde, Stahlberg u. s. w.

Mit ganz vorzüglicher Umsicht und Genauigkeit ist aber dieser propädeutische Theil der Chemie oder die Lehre von den Reagentien in Pfaff's Handbuch der analytischen Chemie abgehandelt worden.

Pfaff hat sich grofse Verdienste um die Kenntnifs von den Reagentien erworben, indem er die Empfindlichkeit derselben genau bestimmt, und durch viele eigene Erfahrungen sehr bereichert hat.

---

*) Die Anwendung der Reagentien wird bei jeder einzelnen Substanz näher angegeben werden.

Zweiter Theil.

Specielle Chemie.

Von den einfachen Stoffen.

Erster Abschnitt.

Unwägbare Stoffe.

Unwägbare Stoffe oder Imponderabilien werden diejenigen genannt, welche uns als die Ursachen der verschiedenen Phänomene des Lichts, der Wärme, der Elektricität und des Magnetismus bekannt sind, und man bezeichnet dieselben mit dem Namen Lichtstoff, Wärmestoff, elektrisches Fluidum und magnetisches Fluidum.

Da diese Stoffe mit Hülfe unserer jetzt bekannten Wagen nicht gewogen werden können, also ohne Gewicht oder unwägbar sind, und da sie die wägbaren Körper zum Theil durchdringen, da sie ferner nicht isolirt und daher nicht in Gefäſse eingeschlossen werden können, endlich, da ihre Gegenwart nur aus den Eindrücken, die sie im Zustande einer äuſserst unbeschränkten Bewegung auf unsere Sinne machen, gefolgert werden kann, so müssen wir allerdings gegründete Zweifel gegen ihre materielle Existenz in uns hegen. Dennoch betrachten wir sie hier nicht als Modificationen allgemeiner Eigenschaften oder als Wirkungsarten der wesentlichen Grundkräfte jeder Materie, sondern als wirkliche Stoffe, jedoch nur aus dem einzigen Grunde, weil diese letztere Hypothese zur Erklärung der Thatsachen geeigneter ist, ohne daſs wir dabei die Absicht hätten, sie als bereits erwiesen anzuerkennen, oder ihr einen andern entscheidenden Werth beilegen zu wollen.

Man hat die vier genannten Imponderabilien auch mit dem Namen Incoërcibilien, ätherische oder strahlende Potenzen belegt.

Da die mehrsten Erscheinungen, zu welchen diese Flüssigkeiten Veranlassung geben, in das Gebiet der Physik gehören, so muſs die ausführliche Lehre derselben dem Vortrage jener Wissenschaft vorbehalten bleiben, und es kann hier nur vorzüglich von ihrem chemischen Verhalten zu den wägbaren Stoffen die Rede seyn, und zwar mit Ausschluſs des Magnetismus, welcher bis jetzt für die Chemie noch kein besonderes Interesse hat.

Licht. Lichtstoff. Lux. Lumen. Lumière. Photogène.

Die Empfindung des Sehens, wodurch wir Körper auſser uns wahrnehmen und unterscheiden, und wodurch in uns das Gefühl von Helligkeit im Gegensatz von Finsterniſs entsteht, schreiben wir einer besondern Ursache zu, welche mit dem Ausdrucke Licht belegt worden ist.

Ueber die Erklärung des Sehens, so wie über die Natur des Lichtes sind von den Naturforschern verschiedene Hypothesen aufgestellt worden, von denen die zwei folgenden am mehrsten die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben.

1) Die Hypothese von Descartes, Huygens, Euler etc. besteht darin, daſs man das Licht als etwas Nichtmaterielles, als eine nur unter gewissen Verhältnissen und Umständen eintretende Beschaffenheit betrachtet. Euler dachte sich nämlich einen feinen hypothetischen Stoff (Aether) im Weltraume verbreitet, welcher durch die Sonne aus seiner Ruhe gebracht wird, und dann im Raume eine Bewegung in wellenförmigen Schwingungen annimmt, wodurch die Körper sichtbar werden sollten. Diese Ansicht nennt man das Oscillations- oder Vibrations-, auch wohl das Undulationssystem. Sie könnte einigermaſsen hinreichen und befriedigend seyn, in so weit als die Erscheinungen bloſs mechanisch sind, was aber bei der Action des Lichts auf die Körper als bloſs mechanisches Einwirken nicht nachgewiesen werden kann.

2) Die Hypothese von Keppler und Newton besteht darin, dem Lichte eine Materialität zuzuschreiben, und es demnach als etwas Selbstständiges, als eine eigenthümliche Substanz aufzustellen. Diese letztere Ansicht, welche vor der ersteren unläugbare Vorzüge zu haben scheint, ist auch unter dem Namen des Emanations- oder Emissionssystems bekannt.

Dieser Newton'schen Hypothese zufolge ist das Licht eine höchst expansible Flüssigkeit, welche sich von ihrem Entstehungsorte in geraden Linien oder Strahlen mit außerordentlicher Schnelligkeit bewegt. Die Schnelligkeit des Lichts wurde zuerst von Römer, einem dänischen Astronomen, bestimmt; er fand, daſs die Lichtstrahlen in jeder Secunde 40,000 Meilen zurücklegen, und daſs folglich das Sonnenlicht 8⅐ Minuten bedarf, um unsern Erdball zu erreichen. Diese unbegreifliche Schnelligkeit des Lichts ist ein erhabener Gegenstand zum Nachdenken, indem er uns auf die Erkenntniſs der Unermeſslichkeit des Weltalls und die Unendlichkeit des Raums, welchen die Sonnenstrahlen in ihrem stillen Laufe zurücklegen, führt.

Das Licht durchdringt die Luft, und auch mehr oder weniger alle durchsichtigen Körper, welche daher auch Leiter des Lichts genannt werden, wie z. B. das Wasser, das Glas etc.

Einen vollkommen durchsichtigen Körper, der bei jeder Dicke alles auffallende Licht durchlieſse, ohne etwas davon zu reflectiren oder zu absorbiren, kennen wir bis jetzt nicht; ein solcher Körper würde, als vollkommen unsichtbar, durch das Auge von der Luft nicht zu unterscheiden seyn.

Die Metalle und alle übrigen sogenannten undurchsichtigen Körper gestatten dem Lichte keinen freien Durchgang, und verhindern, daſs die Strahlen durch dieselben hindurchgehen.

Die leuchtende Kraft oder die Stärke des Lichts nimmt ab, wie die Quadrate der Entfernung vom leuchtenden Körper, d. h. sie steht im umgekehrten Verhältnisse mit dem Quadrate der Entfernung vom Lichtquell; sie wird daher z. B. in der doppelten Entfernung viermal, und in der dreifachen Entfernung neunmal geringer wie in der einfachen Entfernung seyn.

Reflexion des Lichts.

Wenn ein Lichtstrahl aus einem Medium auf die Oberfläche eines andern Körpers, welcher Nichtleiter des Lichts ist, fällt, wie z. B. auf ein polirtes Metallblech, so wird der Strahl von der undurchsichtigen Fläche zurückgeworfen oder reflectirt. Hierbei ist der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel vollkommen gleich (Katoptrik).

Brechung des Lichts.

Wenn ein Lichtstrahl in nicht senkrechter, sondern in schiefer Richtung aus einem Medium in ein anderes von verschiedener Dichtigkeit fällt, so wird sein Lauf geändert und von seiner vorigen Richtung abgelenkt. Das Licht wird unter diesen Umständen gebrochen oder erleidet eine Brechung (Refraction). Geht nämlich ein schiefer Lichtstrahl aus einem dünneren Medium in ein dichteres über, wie z. B. von der Luft ins Wasser, so wird er an der Oberfläche des letzten gegen das Perpendikel oder Einfallsloth zu gebrochen; kommt er aber aus einem dichteren Mittel und geht in ein dünneres über, wie vom Wasser in die Luft, so wird er vom Perpendikel hinweggebrochen oder abgelenkt.

Bei einer und derselben Materie hat der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels ein unveränderliches (constantes) Verhältnifs. Dieses Verhältnifs wird das Brechungsverhältnifs der Materie genannt. Für das Wasser ist es 1,33 : 1; für gemeines Glas nach Frauenhofer 1,53 : 1 u. s. w.

Die Lehre von diesen Erscheinungen selbst ist mit dem Namen Dioptrik belegt worden.

Ist das Medium eine brennbare Substanz, so ist die Brechung verhältnifsmäfsig gröfser, als sie der Dichtigkeit des Körpers nach seyn sollte, und durch die Anwendung dieses Gesetzes wurde Newton auf die Vermuthung geleitet, dafs der Diamant ein brennbarer Körper sey, und dafs im Wasser ein brennbarer Bestandtheil enthalten seyn dürfte.

Zerlegung des Lichts in sieben Strahlen.

Läfst man in einem finstern Zimmer durch eine kleine runde Oeffnung einen Sonnenstrahl auf ein gläsernes dreieckiges Prisma fallen, so wird der Strahl im Prisma gebrochen und wird hinter demselben divergirend fortgehen, und von der Wand aufgefangen, kein rundes und weifses Bild der Sonne geben, sondern ein länglich viereckiges, in welchem man von unten nach oben folgende Farben unterscheidet: roth, orange, gelb grün, himmelblau, indigoblau und violett. Diefs ist das Farbenbild oder *Spectrum prismaticum.*

Das Brechungsverhältnifs ist für die verschiedenen farbigen Strahlen verschieden; die rothen Strahlen sind die am wenigsten brechbaren, und die violetten werden am stärksten gebrochen.

Der violette Strahl ist am wenigsten erwärmend; die ihm der Reihe nach folgenden bringen das Thermometer um ein Minimum zum Steigen; im Orangengelb und im Roth nimmt die Erwärmung immer mehr zu, und über die Gränze des rothen Strahls hinaus wird die meiste Wärme bemerkt. Durch Terpenthinöl und Alkohol soll nach Seebeck die stärkste Wärme im gelben Strahl fallen.

Wenn man den violetten, durch eine Linse concentrirten Strahl des Spectrums dazu anwendet, eine Stahlnadel eine halbe Stunde lang vom Mittelpunkt gegen die Spitze hin zustreichen, so soll nach Morichini und Ridolfi diese Stahlnadel magnetisch werden; eine Beobachtung, welche später von Lady Sommerville und von Zantedeschi bestätigt wurde. Ueberhaupt ist der violette Strahl derjenige, welcher eine viel stärkere chemische Wirkung auf die Körper ausübt als der rothe, obgleich dieser mehr erwärmend ist.

Farben der Körper.

Die Farben der Körper sind nichts Reelles oder Körperliches; sie entstehen nur durch verschiedene Zersetzungen des Lichts, indem die Oberfläche eines Körpers einige Strahlen zurückwirft, und die andern zurückbehält; so ist

z. B. ein Körper roth, weil er den rothen Strahl am stärksten zurückwirft, die übrigen aber gröfstentheils einsaugt.

Absorption des Lichts.

Schwarze Körper saugen fast alle Lichtstrahlen ein, daher ein schwarz angestrichenes oder behangenes Zimmer schwer zu beleuchten ist; — die Lichtstrahlen erleuchten nur, wenn sie zum gröfsten Theile zurückgeworfen werden, wie diefs bei den meisten undurchsichtigen Körpern, welche eine glänzende Oberfläche haben, am meisten der Fall ist; aber die hellgelben und blafsgrünen Farben erleuchten am meisten, die violetten am schwächsten.

Viele Körper, welche die Eigenschaft haben, das Licht zu absorbiren, lassen es später wieder ausströmen, daher es kommt, dafs sie im Dunkeln leuchten: eine Erscheinung, welche unter dem Namen von Phosphorescenz bekannt ist; die Körper, welche dazu geeignet sind, nennt man Phosphore durch Bestrahlung oder Insolation (Lichtsauger, Lichtmagnete). Placidus Heinrich, Dessaignes und viele Andere haben sich mit diesem Gegenstand vorzüglich beschäftigt.

Einige Diamante, Cantons Phosphor, der Chlorophan, Osanns Antimon- und Realgarleuchtsteine etc. können durch Bestrahlung phosphorescirend werden. Es gibt aber auch eine grofse Anzahl lebender Pflanzen, welche leuchten, wie die in Bergwerken vorkommende *Rhizomorpha subterranea stellata*, der *Byssus phosphorea*: mehrere Conferven etc. Auch Thiere, als Johanniskäfer, Mollusken und Seethiere, eben so faulende organische Stoffe leuchten im Dunkeln, was aber wohl nicht dem absorbirten Lichte, sondern andern Ursachen zuzuschreiben seyn möchte.

Je mehr ein Körper Licht zu absorbiren fähig ist, desto mehr wird er sich im Sonnenlichte erwärmen. Nach den schwarzen Körpern folgen in den Graden der Erwärmung die violetten, blauen, grünen, gelben und rothen. Weifse Körper werden noch weniger erwärmt, und gut polirte Metallspiegel am wenigsten. Hieraus die Anwendung auf die schwarze oder weifse Farbe der Kleider, das Anstreichen der Wände und Spa-

liere mit schwarzer Farbe, um Pfirschen und andere Früchte früher zur Reife zu bringen u. s. w.

Chemische Einwirkung des Lichts.

Das Licht hat nicht nur die Eigenschaft, viele Körper zu zersetzen, sondern auch die chemische Verbindung von verschiedenen einfachen Stoffen zu befördern. *)

Chlorgas und Wasserstoffgas zu gleichen Raumtheilen vermengt, wirken im Dunkeln fast gar nicht aufeinander; den directen Sonnenstrahlen ausgesetzt, verbinden sie sich aber schnell unter Detonation zu Hydrochlorsäure. Ein ähnliches Gemenge der beiden ebengenannten Gasarten verpufft nur im violetten Strahl des prismatischen Farbenbildes, aber keineswegs im rothen und gelben Strahle. Eben so vereinigt und entzündet sich ein Gemenge dieser Gasarten unter einem violetten Glase der Sonne ausgesetzt, aber nicht unter gelbem und rothem Glase. (Seebeck.)

Auch läfst sich die Vereinigung des Chlors mit Kohlenoxydgas zu Phosgengas nur durch die Sonnenstrahlen herstellen. Das Chlor in Wasser aufgelöst, zersetzt mit Hülfe des Sonnenlichts das Wasser, indem sich der Sauerstoff aus dem Wasser als Gas entwickelt, wobei sich zu gleicher Zeit Hydrochlorsäure bildet.

Weifse concentrirte Salpetersäure wird durch Aussetzung an die Sonne gelb und roth, wobei sie einen Theil ihres Sauerstoffs als Gas fahren läfst.

Der Phosphor wird an der Sonne roth und schwieriger schmelzbar, indem er sich auf Kosten des Wassers oxydirt.

Verschiedene Metallverbindungen und Metalloxyde erleiden durch die Sonnenstrahlen eine Zersetzung, als z. B.

---

*) Die Meinung von Wollaston, Boeckmann und einigen Andern, dafs das Licht aus erwärmenden, leuchtenden und desoxydirenden Strahlen bestehe, dafs ein chemischer Gegensatz zwischen dem blauen und rothen Strahl statt finde, indem nämlich der eine positiv-elektrisch und der andere negativ-elektrisch sey, und folglich der eine desoxydirend und der andere oxydirend wirken solle, ist durch spätere Versuche nicht bestätigt worden.

Quecksilberoxyd, Hornsilber; dann die Chlorverbindungen von Gold, Eisen, Kupfer etc., wenn sie in Weingeist oder Aether aufgelöst sind.

Auch die organischen Stoffe werden von dem Sonnenlichte zersetzt und zum Theil gebleicht.

Ein mit Guajactinctur getränktes Papier wird an der Sonne grün. Die Rosenfarbe aus dem Saflor wird durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen in kurzer Zeit gebleicht, eben so erblassen Curcuma Fernambuc und viele andere Farben aus dem organischen Reiche. *) Die grüne geistige Tinctur von Hollunder- und Kirschblättern verliert an der Sonne in vierundzwanzig Stunden ihre grüne Farbe, obgleich sich dieselbe doch im Dunkeln lange unverändert erhält.

Die jungen Pflanzen, welche im Dunkeln wachsen, bleiben weiſs und zart; sie arten so sehr aus, daſs man sie kaum mehr erkennen kann; nur an der Sonne nehmen sie die grüne Farbe und Festigkeit an; auch wenden sie sich bei dem Wachsen mit ihren Blättern und Zweigen stets dem Sonnenlichte zu.

Der Einfluſs des Lichts auf die Gesundheit der Menschen ist sehr bedeutend und wichtig, indem der Mangel desselben Cachexien und andere unheilbare Krankheiten hervorbringt, wovon viele traurige Beispiele an den Individuen, welche lang in dunkeln Kerkern eingeschlossen waren, bei der Zerstörung der Bastille beobachtet wurden.

Ueberhaupt kann man annehmen, daſs durch den Einfluſs des Lichts das chemische Gleichgewicht, in welchem sich die Körper nach ihren Verwandtschaftskräften befinden, fortwährend gestört wird, wodurch Ruhe und Tod verbannt, hingegen reges Leben in die ganze Natur und selbst in die unorganischen Stoffe gebracht wird. Viele Metallverbindungen, einige Säuren, Phosphor und mehrere organische Stoffe müssen gegen den Zutritt des Lichts gesichert werden, wenn sie keine nachtheiligen Veränderungen erleiden sollen.

---

*) Gay-Lussac und Thenard haben gezeigt, daſs eine die Temperatur des kochenden Wassers übersteigende Luft auch das Bleichen der Farben verursachen kann.

Quellen des Lichts.

Als solche sind zu betrachten:

1) die Sonne und die Fixsterne, welche unversiegbare Quellen des Lichts sind.

2) Das Verbrennen der fetten Oele, Kerzen und brennbaren Gasarten, wodurch uns das Licht der Sonne einigermaſsen ersetzt werden kann.

3) Das Erhitzen. Wenn man die festen Körper bis zu einem gewissen Grade erwärmt, fangen sie an, Licht auszuströmen oder werden glühend, wozu nach Davy eine Temperatur von 446° R. erfordert wird. Der glühende Körper fährt fort, eine Zeit lang zu leuchten, wenn auch das Zuströmen von Wärme aufhört.

4) Der Stoſs und das Reiben. Hierher gehört das Feuerschlagen; einige Arten von Quarz leuchten, wenn sie selbst unter Wasser an einander gerieben werden. Werden zwei Stücke trocknes hartes Holz an einander gerieben, so entzünden sie sich.

5) Organische Substanzen, sowohl bei dem Lebensprocesse vieler Thiere, als auch bei der Verwesung. Siehe Phosphorescenz.

6) Elektricität; sie bringt bei dem Uebergange von einem Körper in den andern Lichterscheinungen hervor, vorzüglich dann, wenn dieser Uebergang durch Spitzen in verdünnter Luft von Statten geht.

Die chemischen Einwirkungen des Lichts sind in den neuern Zeiten mit vieler Sorgfalt geprüft worden von Boeckmann, Dessaignes, Gay-Lussac und Thenard, Berard, Seebeck, Wollaston, Herschel etc.

Anwendung des Lichts.

Zur Entfärbung und Desoxydation einiger Chlormetalle, welche in Aether aufgelöst sind. Zum Bleichen im Groſsen (zum Theil mit Hülfe des Wassers und der Luft) der organisch-vegetabilischen Gespinnste von Baumwolle und Leinwand, des Wachses, des Leinöls u. s. w.

Gegen schwere Träume, gegen die Wassersucht, in-

dem man die damit behafteten Individuen auf hohen Bergen den Sonnenstrahlen aussetzt; eben so soll das Licht gegen das gelbe und Sumpffieber bei der russischen Armee mit einigem Erfolge angewendet worden seyn.

Wärmestoff. Wärme. Calorique. Chaleur. *)

Unter Wärme versteht man denjenigen Stoff, dessen Uebergang in unserm Körper das Gefühl von Wärme und Hitze hervorbringt, dessen Entweichung aber das entgegengesetzte Gefühl, nämlich das der Kälte erregt.

Eben so wie über das Licht, so sind auch über das Wesen des Wärmestoffs zwei Hypothesen aufgestellt worden. Nach der ersteren nimmt man mit Rumford an, dafs die Wärme durch eine innere schnell zitternde Bewegung hervorgebracht werde, wodurch die Theile eines Körpers ausgedehnt werden. Nach der andern Hypothese wird mit Leslie, Herschel und Andern, der Wärmestoff als etwas Selbstständiges und Materielles betrachtet.

Ohne zu entscheiden, welche von diesen beiden Meinungen den Vorzug verdienen, werden wir uns vorzugsweise an die letztere halten, ohne sie jedoch für etwas mehr als eine Hypothese zu achten, welche uns indessen zur leichteren Auffassung der Phänomene mehr geeignet scheint, als die erstere.

Der Wärmestoff mufs als ein constituirender Theil der Sonnenstrahlen betrachtet werden, so wie er auch ein Bestandtheil aller Körper der Erde ist.

Unter dem Aequator oder am mittleren Theile der Erdkugel ist es beständig warm, weil die Sonnenstrahlen auf jene Oberfläche senkrecht fallen; je mehr wir uns aber vom Aequator entfernen und uns den Polen nähern, desto kälter ist das Clima, weil wegen der Rundung der Erde die Sonnenstrahlen hier nur in schräger Richtung einfallen können.

---

*) Auch *Areoticon*, von dem griechischen Worte *αραιον* abgeleitet, und bedeutet so viel als das Lockermachende, das Auseinandersetzende.

Eigenschaften: Der Wärmestoff ist unsichtbar, höchst elastisch, zeigt ein grofses Streben nach Gleichgewicht, ist unwägbar, wenigstens hat man mit unseren empfindlichsten Wagen bis jetzt kein Gewicht an ihm wahrnehmen können.

Um seine Unwägbarkeit durch ein Beispiel zu erläutern, mengt man schnell gleiche Theile concentrirte Schwefelsäure und Wasser in einem verschlossenen, zuvor gewogenen Gefäfs, wobei eine grofse Menge Wärmestoff frei wird; allein sowohl während dieser Entwicklung des Wärmestoffs, als auch nach dem Abkühlen ist nicht die leiseste Gewichtsveränderung zu bemerken.

Er durchdringt alle Körper, dehnt sie aus und verwandelt oft den Aggregationszustand der festen Körper, indem er sie in Flüssigkeiten oder in Gasarten umwandelt.

Er verbreitet sich, wenn er frei ist, in geraden Richtungen (strahlende Wärme) mit einer noch nicht gemessenen Schnelligkeit. Seine Intensität nimmt ab mit dem Quadrate der Entfernung vom Entstehungspunkte.

Der Wärmestoff wird von allen Körpern mehr oder weniger langsam aufgenommen, und von ihnen weiter geleitet.

Die in verschiedenen Körpern sich verbreitende Wärme häuft sich in gröfserer oder geringerer Quantität an. Diese verschiedene Wärmecapacität heifst specifische oder relative Wärme, welche mit der freien ungebundenen Wärme nicht zu verwechseln ist.

Ausdehnung.

Die erste und allgemeinste Wirkung des Wärmestoffs ist die Ausdehnung, die er in den Körpern, in welche er übergeht, hervorbringt. Alle irdischen Stoffe dehnen sich beim Erwärmen aus, und ziehen sich beim Abkühlen wieder zusammen. Die Gasarten erleiden die Ausdehnung im höchsten Grad, die tropfbaren Flüssigkeiten im minderen Grade und die festeren Körper am wenigsten.

Da uns die Ausdehnung der Körper auf die Construction des Thermometers führt, ein Instrument, was als Mafsstab dient,

dient, um den Grad der freien ungebundenen fühlbaren Wärme in einem Körper zu bestimmen, und wovon wir oft Gebrauch zu machen haben, so wollen wir jene Eigenschaften des Wärmestoffs benutzen, um zu der Kenntnifs dieses in der Chemie höchst wichtigen Instrumentes überzugehen.

Das Thermometer oder der Wärmemesser besteht aus einer hohlen Glasröhre von kleinem Durchmesser, welche an dem einen Ende zu einer Kugel ausgeblasen und aufser der Kugel höchstens bis zum dritten Theil der Röhre mit gefärbtem Weingeist, oder mit Quecksilber angefüllt ist. Der obere Theil der Röhre wird alsdann durch Erwärmen luftleer gemacht und an der Flamme einer Lampe zugeschmolzen.

Das Quecksilber ist dem Weingeist vorzuziehen, weil die Ausdehnung desselben mit den Wärmegraden in gleichförmigen Verhältnissen bleibt. Der Weingeist hat hingegen Vorzüge bei Messung sehr tiefer Grade, bei welchen das Quecksilber friert.

Da nun die Körper durch Erwärmen ausgedehnt und bei Abnahme der Wärme auf ein kleineres Volumen zurückgebracht werden, so geht hieraus hervor, dafs das Steigen der Flüssigkeit in der Röhre eine Zunahme, das Fallen derselben hingegen eine Abnahme der Wärme andeutet.

Um aber die mit dem Thermometer angestellten Messungen allgemein verständlich zu machen, und um die an verschiedenen Orten und an verschiedenen Körpern angestellten Messungen mit einander vergleichen zu können, mufste man einen festen allgemein angenommenen Mafsstab auffinden, oder mit andern Worten, eine Scala festsetzen, und zu dem Ende mufsten zuvor zwei unveränderliche Punkte aufgefunden werden.

Fahrenheit bestimmt den einen Punkt, indem er die mit Quecksilber oder Weingeist gefüllte Kugel in ein Gemeng von gleichen Theilen Schnee und Salmiak tauchte; hierdurch entsteht eine sehr grofse künstliche Kälte und das Quecksilber sinkt beträchtlich in der Röhre; die Stelle wo es stehen blieb, oder den künstlichen Frostpunkt, bezeichnete er mit Null. Der zweite unveränderliche Punkt wurde von ihm dadurch festgesezt, dafs er die Kugel in kochendes Wasser

tauchte, wodurch das Quecksilber sehr in die Höhe steigt und seine Stellung, so lange es im kochenden Wasser ist, stets behält. Den Höhenunterschied zwischen dem Stande des Quecksilbers beim künstlichen Frostpunkte und dem Stande beim kochenden Wasser, theilte er in 212 gleiche Theile, die man Grade nennt, so dafs der obere Punkt, der des kochenden Wassers, mit 212° bezeichnet ist. Auch unter Null machte er noch einige Grade von der nämlichen Gröfse als die übrigen.

Reaumur und Celsius bestimmten den oberen festen Punkt ebenfalls durch den Siedepunkt des Wassers; aber der untere Punkt, oder das Null, wurde von ihnen dadurch festgesezt, dafs sie die Kugel in schmelzenden mit Wasser vermengten Schnee oder in Wasser tauchten, was eben im Begriff steht zu gefrieren.

Reaumur theilte diesen Abstand von Null bis zum Siedepunkt des Wassers in 80 gleiche Theile (oder Grade); Celsius aber theilte ihn in hundert gleiche Theile, so dafs der Kochpunkt des Wassers bei Reaumur durch 80°, und bei Celsius durch 100° bezeichnet ist.

Bei der Bestimmung des untern Punktes für Null ist kein Irrthum zu befürchten; aber bei der des obern Punktes, welcher den Siedepunkt des Wassers anzeigt, sind einige Vorsichtsmafsregeln zu beobachten, weil der Kochpunkt des Wassers veränderlich seyn kann, und von der Höhe des Barometerstandes, so wie von der Höhe der zum Sieden gebrachten Wassersäule abhängt. Auch hat Gay Lussac beobachtet, dafs das Wasser in Metallgefäfsen bei einer um 1⅕ Grad geringeren Temperatur zum Sieden kommt als in irdenen oder Glasgefäfsen.

Was die verschiedenen Scalen betrifft, so lassen sie sich leicht mit einander vergleichen, wenn man weifs, dafs 18° Fahr. gleich 8° R. = 10° Cels. sind.

Das Verhältnifs derselben zu einander läfst sich also folgendermafsen ausdrücken.

1 Grad	R.	= 2¼ Fahr.	= 1¼ Cels.	
1 —	Fahr.	= 4/9 R.	= 5/9 —	
1 —	Cels.	= 1⅘ Fahr.	= ⅘ R.	

Zur bequemern Uebersicht folgt hier eine vergleichende Tabelle der drei Scalen.

Vergleichende Tabelle der Scale des Thermometers nach Fahrenheit, mit denen nach Celsius und Reaumur. Anfangend mit — 13° Fahrenheit = — 25° Celsius = — 20 Reaumur.

	Thermometer nach Fahrenheit.	Thermometer nach Celsius.	Thermometer nach Reaumur.
	— 13°	— 25°	— 20°
	12	24, 44	19, 56
	11	23, 89	19, 11
	10	23, 33	18, 67
	9	22, 78	18, 22
	8	22, 22	17, 78
	7	21, 67	17, 33
	6	21, 11	16, 89
	5	20, 56	16, 44
	4	20,	16,
	3	19, 44	15, 56
	2	18, 89	15, 11
—	1	18, 33	14, 67
Künstliche Kälte	0	17, 78	14, 22
+	1	17, 22	13, 78
	2	16, 67	13, 33
	3	16, 11	12, 89
	4	15, 56	12, 44
	5	15,	12,
	6	14, 44	11, 56
	7	13, 89	11, 11
	8	13, 33	10, 67
	9	12, 78	10, 22
	10	12, 22	9, 78
	11	11, 67	9, 33
	12	11, 11	8, 89
	13	10, 56	8, 44
	14	10,	8,
	15	9, 44	7, 56
	16	8, 89	7, 11
	17	8, 33	6, 67
	18	7, 78	6, 22
	19	7, 22	5, 78
	20	6, 67	5, 33

	Thermometer nach Fahrenheit.	T mometer nach Celsius.	Thermometer nach Reaumur.
	+ 21°	— 6, 11°	— 4, 89°
	22	5, 56	4, 44
	23	5,	4,
	24	4, 44	3, 56
	25	3, 89	3, 11
	26	3, 33	2, 67
	27	2, 78	2, 22
	28	2, 22	1, 78
	29	1, 67	1, 33
	30	1, 11	0, 89
	31	0, 56	0, 44
Natürl. Gefrierpunkt.	32	0,	0,
	33	+ 0, 56	+ 0, 44
	34	1, 11	0, 89
	35	1, 67	1, 33
	36	2, 22	1, 78
	37	2, 78	2, 22
	38	3, 33	2, 67
	39	3, 89	3, 11
	40	4, 44	3, 56
	41	5,	4,
	42	5, 56	4, 44
	43	6, 11	4, 89
	44	6, 67	5, 33
	45	7, 22	5, 78
	46	7, 78	6, 22
	47	8, 33	6, 67
	48	8, 89	7, 11
	49	9, 44	7, 56
	50	10,	8,
	51	10, 56	8, 44
	52	11, 11	8, 89
	53	11, 67	9, 33
	54	12, 22	9, 78
	55	12, 78	10, 22
	56	13, 33	10, 67
	57	13, 89	11, 11
	58	14, 44	11, 56
	59	15,	12,
	60	15, 56	12, 44
	61	16, 11	12, 89
	62	16, 67	13, 33

Thermometer nach Fahrenheit.	Thermometer nach Celsius.	Thermometer nach Reaumur.
+ 63°	+ 17, 22°	+ 13, 78°
64	17, 78	14, 22
65	18, 33	14, 67
66	18, 89	15, 11
67	19, 44	15, 56
68	20,	16,
69	20, 56	16, 44
70	21, 11	16, 89
71	21, 67	17, 33
72	22, 22	17, 78
73	22, 78	18, 22
74	23, 33	18, 67
75	23, 89	19, 11
76	24, 44	19, 56
77	25,	20,
78	25, 56	20, 44
79	26, 11	20, 89
80	26, 67	21, 33
81	27, 22	21, 78
82	27, 78	22, 22
83	28, 33	22, 67
84	28, 89	23, 11
85	29, 44	23, 56
86	30,	24,
87	30, 56	24, 44
88	31, 11	24, 89
89	31, 67	25, 33
90	32, 22	25, 78
91	32, 78	26, 22
92	33, 33	26, 67
93	33, 89	27, 11
94	34, 44	27, 56
95	35,	28,
96	35, 56	28, 44
97	36, 11	28, 89
98	36, 67	29, 33
99	37, 22	29, 78
100	37, 78	30, 22
101	38, 33	30, 67
102	38, 89	31, 11
103	39, 44	31, 56
104	40,	32,

Thermometer nach Fahrenheit.	Thermometer nach Celsius.	Thermometer nach Reaumur.
+ 105°	+ 40, 56°	+ 32, 44°
106	41, 11	32, 89
107	41, 67	33, 33
108	42, 22	33, 78
109	42, 78	34, 22
110	43, 33	34, 67
111	43, 89	35, 11
112	44, 44	35, 56
113	45,	36,
114	45, 56	36, 44
115	46, 11	36, 89
116	46, 67	37, 33
117	47, 22	37, 78
118	47, 78	38, 22
119	48, 33	38, 67
120	48, 89	39, 11
121	49, 44	39, 56
122	50,	40,
123	50, 56	40, 44
124	51, 11	40, 89
125	51, 67	41, 33
126	52, 78	41, 78
127	52, 22	42, 22
128	53, 33	42, 67
129	53, 89	43, 11
130	54, 44	43, 56
131	55,	44,
132	55, 56	44, 44
133	56, 11	44, 89
134	56, 67	45, 33
135	57, 22	45, 78
136	57, 78	46, 22
137	58, 33	46, 67
138	58, 89	47, 11
139	59, 44	47, 56
140	60,	48,
141	60, 56	48, 44
142	61, 11	48, 89
143	61, 67	49, 33
144	62, 22	49, 78
145	62, 78	50, 22
146	63, 33	50, 67

Thermometer nach Fahrenheit.	Thermometer nach Celsius.	Thermometer nach Reaumur.
+ 147°	+ 63, 89°	+ 51, 11°
148	64, 44	51, 56
149	65,	52,
150	65, 56	52, 44
151	66, 11	52, 89
152	66, 67	53, 33
153	67, 22	53, 78
154	67, 78	54, 22
155	68, 33	54, 67
156	68, 89	55, 11
157	69, 44	55, 56
158	70,	56,
159	70, 56	56, 44
160	71, 11	56, 89
161	71, 67	57, 33
162	72, 22	57, 78
163	72, 78	58, 22
164	73, 33	58, 67
165	73, 89	59, 11
166	74, 44	59, 56
167	75,	60,
168	75, 56	60, 44
169	76, 11	60, 89
170	76, 67	61, 33
171	77, 22	61, 78
172	77, 78	62, 22
173	78, 33	62, 67
174	78, 89	63, 11
175	79, 44	63, 56
176	80,	64,
177	80, 56	64, 44
178	81, 11	64, 89
179	81, 67	65, 33
180	82, 22	65, 78
181	82, 78	66, 22
182	83, 33	66, 67
183	83, 89	67, 11
184	84, 44	67, 56
185	85,	68,
186	85, 56	68, 44
187	86, 11	68, 89
188	86, 67	69, 33

	Thermometer nach Fahrenheit.	Thermometer nach Celsius.	Thermometer nach Reaumur.
	+ 189°	+ 87, 22°	+ 69, 78°
	190	87, 78	70, 22
	191	88, 33	70, 67
	192	88, 89	71, 11
	193	89, 44	71, 56
	194	90,	72,
	195	90, 56	72, 44
	196	91, 11	72, 89
	197	91, 67	73, 33
	198	92, 22	73, 78
	199	92, 78	74, 22
	200	93, 33	74, 67
	201	93, 89	75, 11
	202	94, 44	75, 56
	203	95,	76,
	204	95, 56	76, 44
	205	96, 11	76, 89
	206	96, 67	77, 33
	207	97, 22	77, 78
	208	97, 78	78, 22
	209	98, 33	78, 67
	210	98, 89	79, 11
	211	99, 44	79, 56
Siedepunkt des Wassers.	212	100,	80.

Fast in ganz England und auch in einigen Gegenden Deutschlands werden die Temperaturen nach der Fahrenheit'schen Scala angegeben; aber in Frankreich so wie gröſstentheils in Deutschland und Schweden sind die beiden andern Scalen mehr im Gebrauch. Die Scala nach Cels. auch die Schwedische genannt, ist in wissenschaftlicher Beziehung denen von Reaumur und Fahrenheit vorzuziehen *).

In Ruſsland bedient man sich häufig einer Scala von Delisle, welche in 150 Grade eingetheilt ist, die Eintheilung derselben ist das Entgegengesetzte der oben angegebenen, und fängt mit dem Siedepunkt des Wassers an. Die Grade wer-

*) Die Grade über Null deutet man an durch das Zeichen +, und die Grade unter Null werden durch das Zeichen — ausgedrückt.

den gegen den Gefrierpunkt hingezählt, so dafs der Siedepunkt dieser Scale mit Null und der Gefrierpunkt mit 150 bezeichnet ist.

Um kleine Temperaturveränderungen zu messen, bedient man sich einer mit Luft angefüllten Glaskugel, bei welcher die damit in Verbindung stehende Röhre etwas von einer gefärbten Flüssigkeit (durch Carmin geröthete Schwefelsäure) enthält. Wenn nun die in der Kugel eingeschlossene Luft erwärmt wird, so dehnt sie sich aus, wodurch die gefärbte Flüssigkeit von ihrem Platz getrieben wird und umgekehrt, wenn sie sich wieder abkühlt, wird die Flüssigkeit in der Kugel ihren ersten Platz in der entgegengesezten Richtung wieder einnehmen.

In den Fällen, wo eine sehr geringe Veränderung der Temperatur wahrgenommen und angezeigt werden soll, ist dieses Luftthermometer den gewöhnlichen Thermometern aus Quecksilber oder Weingeist bei weitem vorzuziehen, aber zur Bestimmung von hohen Temperaturen würde es wegen des grofsen Umfangs, den es zu diesem Zwecke haben müfste, unbequem und unbrauchbar seyn.

Nach seinen verschiedenen Formen ist es bekannt unter dem Namen von Leslie's Differential-Thermometer oder von Rumford's Thermoskop.

Alle Luft- oder Gasarten dehnen sich auf gleiche Weise aus und zwar von 0° bis 80° R. um 0, 375 ihres ursprünglichen Volumens; von den tiefsten bis zu den höchsten bekannten Temperaturen ist diese Ausdehnung vollkommen gleichförmig.

Feste Körper dehnen sich zwischen dem Gefrierpunkte und dem Kochpunkte des Wassers ebenfalls gleichförmig aus, über dem leztern hinaus aber nimmt ihre Ausdehnbarkeit in verschiedenen Verhältnissen zu.

Tropfbare Flüssigkeiten dehnen sich am meisten gleichförmig aus, und ihre Ausdehnbarkeit steigt fast bei allen bei gleicher Menge in sie übergegangene Wärme, immer mehr und mehr mit der Erhitzung, vorzüglich bei der Annäherung zu ihrem Siedepunkt.

Um Temperaturen, bei welchen das Glas der Ther-

mometerkugel schmelzen oder das Quecksilber ins Kochen gerathen würde, zu messen, bedient man sich anderer aus festen Körpern bestehender Instrumente, welche man Pyrometer oder Feuergradmesser nennt. Für die höchsten Hitzgrade von der Rothglühhitze an dient Wedgwood's Pyrometer, welches sich auf die gleichförmige Zusammenziehung des Thons im Feuer gründet. Es besteht aus kleinen an der Seite abgeplatteten Cylindern von einem besondern Thon aus Cornwallis, welche bei der Temperatur der Rothglühhitze bebrannt werden; durch die Raumverminderung, die sie in einem bestimmten Grade der Hitze erleiden, wird die Intensität derselben angezeigt.

Der Maſsstab des Hitzgrades, welcher durch die Verminderung des Volumens dieser Cylinder erkannt wird, besteht aus einer Platte von Messing oder von Stein, auf welcher zwei Lineale von derselben Materie so befestigt sind, daſs sie einen convergirenden Canal bilden. An dem Ende, wo die Lineale am weitesten von einander abstehen, beträgt die Entfernung einen halben Zoll, und am andern Ende, wo sie sich am meisten nähern $^{3}/_{10}$ Zoll. Die ganze Länge des Canals ist in 240 gleiche Theile eingetheilt, und die Abtheilungen werden von dem weiteren Ende des Canals gegen das schmälere hin gezählt.

Wenn nun ein Cylinder, welcher nur der Rothglühhitze ausgesetzt war, genau in das weitere Ende des Canals paſst, so muſs er, wenn sein Volumen durch die Wirkung eines stärkeren Hitzgrades vermindert wird, dann weiter in den Canal fortgeschoben werden können, und zwar um so weiter, je kleiner sein Volumen wurde. Diesen ersten weiten Eintritt in den Canal hat Wedgwood mit Null bezeichnet, so daſs die schwächste Glühhitze = + 464° R., und jeder Grad seiner Scale = 58° R. ist *).

*) Wedgwood machte die Scala seines Pyrometers auf folgende Weise: Er bestimmte erstlich die Ausdehnung einer Silberstange von 0 bis 100° C.; dann von dieser Temperatur an bis zur anfangenden Rothglühhitze, und endlich von dieser bis zu einigen Pyrometergraden. Aus dem ersten Ergebnisse von 0 bis 100° C. berechnete er den Werth jedes Thermo-

Das Schwinden der Cylinder beruht vorzüglich darauf, dafs die Theilchen des Thons kein Continuum ausmachen, sondern gewissermafsen nur mechanisch an einander hängen. Sobald sich nun der Thon durch eine starke Hitze dem Schmelzen etwas mehr nähert, so backen die Theilchen desselben etwas zusammen, etwa wie ein Harzpulver, welches auf einem warmen Ofen liegt, der aber nicht so heifs ist, um das Harz wirklich zu schmelzen.

Es ist übrigens gewifs, dafs diefs Pyrometer wegen der nicht unter allen Umständen gleichen Raumverminderung der Thoncylinder auf keine vollkommene Genauigkeit Anspruch machen kann, und zwar um so weniger, da sich nach Daniell's Versuchen die Thoncylinder durch eine lange anhaltende mäfsige Hitze eben so stark zusammenziehen, als durch eine kurzdauernde Hitze.

Breguet, Daniell und Guyton haben mit glücklicherem Erfolge Versuche über Metallpyrometer angestellt. Diese Pyrometer bestehen vorzüglich aus einer Platinstange, welche sich in einer Hülse von Porcellan oder von mit Graphit gemengtem Thon befindet. Das Platin dehnt sich in der Hitze mehr aus als das Porzellan, und setzt den Zeiger eines Zifferblatts in Bewegung *).

Leitungsfähigkeit der Körper für den Wärmestoff.

Es wurde schon weiter oben erwähnt, dafs nicht alle Körper den Wärmestoff mit gleicher Schnelligkeit durchlassen; einige nehmen ihn schnell auf, und verlieren ihn

metergrades der höheren Hitze, unter der Voraussetzung, dafs die Längenausdehnung der Silberstange auch über dem Kochpunkt des Wassers hinaus gleichförmig mit der Wärme fortschreite.

*) Die beträchtliche Ausdehnung der Metalle ist bei der Construction solcher Oefen, welche aus Eisen und Thon zusammengesetzt werden, sehr zu berücksichtigen, es mufs nämlich den Eisenstangen etwas Spielraum gelassen werden, weil sie sich viel mehr ausdehnen als die Erden; ohne diese Vorsicht würde der Ofen bei einer intensiven Hitze beschädigt werden.

wieder eben so schnell, andere langsamer, halten ihn aber auch dann länger in sich.

Wenn man eine Stange von Kupfer, welche einen hölzernen Griff hat, mit einem Ende ins Feuer legt, so wird man nach kurzer Zeit das Metall nicht mehr berühren können, während man es an dem hölzernen Griff leicht halten kann. Eine am Ende schmelzende Glasröhre aber, ein Stück brennendes Siegellack, eine am Ende glühend gemachte Kohle, kann man wenige Linien vom schmelzenden, brennenden und glühenden Ende berühren, ohne sich zu verbrennen.

Denjenigen Körpern, welche den Wärmestoff schneller hindurchlassen als andere, oder in kürzerer Zeit bei gleicher Oberfläche und durch eine gleiche Menge von Wärmestoff auf eine höhere Temperatur gebracht werden, schreiben wir eine gröſsere wärmeleitende Kraft zu, und unterscheiden demnach die Körper in gute und schlechte Leiter für die Wärme.

Unter den guten Leitern behaupten die Metalle den ersten Rang, obgleich ihre Leitungsfähigkeit nicht von gleicher Stärke ist; man nennt sie auch kalte Körper.

Zu den schlechten Leitern gehören vorzüglich die organischen Stoffe, als: Wolle, Seide, Federn, Haare, Holz, Stroh etc.; die Erden, das Porcellan und die Steine stehen zwischen den guten und schlechten Leitern, und werden als mittlere Leiter betrachtet.

Desprez hat eine Tabelle von der Leitungsfähigkeit vieler Körper für den Wärmestoff entworfen, welche sich an der Tafel zur Vorlesung befindet.

Wir kennen übrigens keinen Körper, welcher gar keine wärmeleitende Kraft hat; besäſsen wir einen solchen, so hätten wir ein Mittel die Wärme zu sperren.

Die Flüssigkeiten leiten die Wärme noch viel weniger als die schlechten Leiter unter den festen Körpern. Die gewöhnliche Art Flüssigkeiten zu erwärmen, ist nicht dazu geeignet, uns in den Stand zu setzen, ein richtiges Urtheil über ihre leitende Kraft zu fällen. Zu diesem Zwecke müssen sie auf ihrer Oberfläche allein erwärmt

werden können, und dabei zeigt sich, dafs die leitende Kraft derselben sehr gering ist. S. beim Artikel Wasser.

Noch schwieriger wird es eine Fähigkeit zur Fortleitung der Wärme in den Gasarten nachzuweisen, wegen der aufserordentlichen Beweglichkeit ihrer Theilchen; auf jeden Fall würden sie als sehr schlechte Leiter zu betrachten seyn.

Die Eigenschaft der Wärme von den Körpern mehr oder weniger geleitet zu werden, gibt zu zahlreichen Anwendungen im Leben Veranlassung. Will man z. B. bei einem Ofen die Hitze im Innern concentriren und benutzen, so mufs er aus Materialien gebaut werden, welche schlechte Leiter für die Wärme sind, wefshalb das Innere des Ofens, wenn er von Metall seyn sollte mit Lehm, dem Kohlenpulver beigemengt ist, ausgestrichen werden mufs. Eben so umgibt man im Winter Brunnen und Bäume mit Stroh, um sie gegen den Frost zu schützen. Eiskeller, wenn sie mit Holz ausgeschlagen sind, halten das Eindringen der äufseren Wärme viel länger ab, als wenn sie mit steinernen Wänden bekleidet sind. Strohdächer sind im Winter wärmer und im Sommer kühler, als die Dächer von Ziegelsteinen oder Metall. Ein Gewand von guten Leitern, als von Eisen oder Weifsblech, würde uns bis zum Erfrieren abkühlen, wo hingegen Kleider von schlechten Leitern, als z. B. Seide, Wolle, Pelzwerk etc. unsere Körper gegen die Kälte mehr schützen, indem sie unsere innere Wärme nicht durchlassen, wobei die aus Wolle und Baumwolle verfertigten Zeuge nach Rumford's Beobachtung in umgekehrtem Verhältnisse mit der Feinheit ihres Gewebes stehen. Demnach wäre ein feineres Gewebe ein schlechterer Leiter, und folglich mehr erwärmend als ein grobes Gewebe, was übrigens auch durch die alltägliche Erfahrung bestätigt wird.

Die Veränderung des Aggregationszustandes der Körper durch den Wärmestoff.

Wenn man feste Körper nach und nach erwärmt, so erweichen sie sich und verlieren ihre Cohäsion, so dafs

ihre kleinsten Theilchen beweglich, u
schwache mechanische Kraft getrennt v
gehen dadurch in den Zustand der Fl
schmelzen.

Die Temperatur, welche erforder
schiedenen Körpern die Schmelzung
sehr verschieden. Einige Körper erw
Schmelzen, und andere gehen plötzlich
zu erweichen, aus dem Zustand der F
Flüssigkeit über. Im ersteren Falle
Wachs, die starren Fette überhaupt,
Metalle *).

Es gibt aber einige Körper, wel
der stärksten Hitze nicht in einen tr
stand zu versetzen im Stande sind, wie
Metalle und Metalloxyde. Die meisten
diesem Uebergang in eine tropfbare F
men zu.

Wenn man die Temperatur eines
Körpers noch mehr erhöht, so wird d
menhang seiner Theilchen in noch h
schwächt werden, und er geht alsda
Gasgestalt über; er geräth hiebei ins K
das heifst, in eine Bewegung, welche
kleine Bläschen des gebildeten Gases du
zenen Theil des Körpers emporsteigen
fläche zerspringen und dann Luftgestalt

Alle geschmolzenen oder flüssige
fähig sind Luftgestalt anzunehmen, sie
eingesperrt sind, bei bestimmten aber
Temperaturen. (Siehe die Tabelle a
Vorlesung). Vom Einflufs der L
Flüssigkeiten wird bei der
Wasser die Red

*) Für

... solche
... er während
... in seiner
... oder der Wärme
... Körper be...
... charakteris...
... zu erwärmen.
... bestätigen, bringt
... ein Pfund Schnee
... von der Temperatur
... 2 Pfund Wasser
... Schnee, indem er schmelz...
... des Wärmestoffs
Wasser von 0 bis + 75° ...
Hieraus folgt ...

Stoffe

... zu werden
...rmestoff be...
...cher diese D...
...ia del Cime...
...en Versuch
...u dem End...
... Holzfeuer
...e, bemerkt
... gerader ...
...em so mä...
... keinen
... veränder...
...chtete e...
...emacht
...en eben
...dem-
...lexion
...etallisc...
...ehr in...
...lernen
...dem B...
... war s...
... da vo...
... Spie...

nicht verändern, bis aller Schnee geschmolzen ist, obgleich doch beide Gefäfse das nämliche Quantum Wärmestoff empfangen haben. Die Ursache davon ist, dafs alle dem Schnee zugewendete Wärme sich mit ihm verbindet, um Wasser zu bilden, daher latent wird, und auf das Thermometer nicht wirken kann. Sobald aber der Schnee gänzlich geschmolzen ist, wird der Wärmestoff nicht mehr gebunden, sondern als freier Wärmestoff aufgenommen, wobei sich also das Wasser erwärmt.

Aus dem Gesagten geht hervor: 1) dafs wenn ein fester Körper in einen tropfbarflüssigen übergeht, ein Theil Wärmestoff für das Gefühl und für das Thermometer unbemerkbar wird, und dafs hievon der Zustand seines Flüssigseyns abhängt.

2) Dafs wenn tropfbare Flüssigkeiten in Gas übergehen, ebenfalls Wärme gebunden wird, welche zur Hervorbringung dieses Zustandes dient.

In beiden Fällen mufs durch das Binden des Wärmestoffs Kälte entstehen. Hingegen wird

3) beim Rücktritt eines Gases zur tropfbaren Flüssigkeit Wärme frei; und eben so

4) wenn die tropfbare Flüssigkeit in den Zustand der Festigkeit zurückkehrt.

In diesen beiden letztern Fällen findet daher eine Temperaturerhöhung statt.

Vom strahlenden Wärmestoff.

So wie der Wärmestoff in Freiheit gesetzt wird, bewegt er sich mit grofser Schnelligkeit und in gerader Linie, so lange ihm kein Hindernifs in den Weg gelegt wird, eine Eigenschaft, welche er mit den Lichtstrahlen gemein hat. In diesem Zustand, in welchem er sich selbst überlassen ist, nennt man ihn strahlenden Wärmestoff. Diese strahlende Bewegung hat auch eine Zurückstrahlung oder Reflexion zur Folge, welche nach den nämlichen Gesetzen wie bei den Lichtstrahlen statt findet.

Die Luft und einige durchsichtige Körper haben die Eigenschaft, dem Wärmestoff einen freien Zugang zu gestatten

statten, ohne von ihm erwärmt zu werden, und in diesem Falle wird er als strahlender Wärmestoff betrachtet.

Scheele war der erste, welcher diese Lehre ausbildete, indem er einen von der Academia del Cimento angestellten längst in Vergessenheit gerathenen Versuch über den strahlenden Wärmestoff bestätigte. Zu dem Ende machte er bei einem strengen Winter ein starkes Holzfeuer in einem Ofen. Als er die Thüre des Ofens öffnete, bemerkte er, dafs sich der Wärmestoff wie ein Strom in gerader Linie durch die Luft bewegte, und zwar mit einem so mächtigen Streben, dafs die Richtung desselben durch keinen Luftzug, selbst nicht durch ein künstliches Wehen verändert werden konnte.

Bei dieser Gelegenheit beobachtete er auch, da der Versuch bei einer grofsen Kälte gemacht wurde, dafs der Athem der Hunde in diesen Strahlen eben so sichtbar war, wie aufser der Richtung jener Strahlen. Bald darauf überzeugte sich Scheele von der Reflexion des strahlenden Wärmestoffs auf der Oberfläche metallischer Hohlspiegel.

Wenn man eine heifse, nicht mehr im Dunkeln leuchtende Kanonenkugel vor einem metallenen Hohlspiegel aufhängt, so kann man ihre Strahlen in dem Brennpunkte eines andern Hohlspiegels auffangen, und zwar so, dafs ein sich hier befindender Körper beträchtlich davon erwärmt wird. Dabei wird aber die Temperatur des Spiegels keineswegs erhöht, ist aber die Oberfläche desselben mit Kienrufs bestrichen, so verliert der Wärmestoff seine strahlende Form und nur in diesem Fall wird sich der Spiegel erwärmen.

Ein anderer Versuch zu demselben Zweck ist folgender: Man stelle nach Prevost und Pictet (S. Figur 2) zwei hohle Metallspiegel auf einige Entfernung von einander und bringe in den Focus F des Spiegels A einen heifsen aber nicht glühenden Körper. Zwei Thermometer werden aufgehängt, der eine im Focus F′ des Spiegels A′ und der andere in dem Punkt M, welcher sich in der Mitte auf einer gleichen Entfernung von den beiden Spiegeln befindet. Das Thermometer in F′ wird nach einiger Zeit um 7 bis 8 Grade steigen, wo hingegen das Thermometer in M obgleich dem heifsen Körper viel näher, nur um einige Grade steigen

wird. Bringt man in den Focus F einen Kolben mit kochendem Wasser, so wird sich das Thermometer in M fast gar nicht verändern, das entferntere aber im Focus F′ wird um einige Grade steigen.

Wendet man glühende Kohlen an, statt des kochenden Wassers, so kann ein im Focus F′ aufgehängter Feuerschwamm durch die Reflexion der Wärmestrahlen vom Spiegel A′ entzündet werden.

Wenn man nun statt der eben erwähnten heifsen Körper ein Gemeng aus Schnee und Salz in den Focus F bringt, so wird das Thermometer im Focus F′ fallen, und das in M aufgehängte fast unverändert bleiben. Hieraus hat man den Schlufs machen wollen, dafs es aufser den erwärmenden Strahlen auch erkältende Strahlen gebe; allein es ist kein Grund vorhanden, diese Hypothese zuzulassen, weil der Begriff eines strahlenden Körpers ein ununterbrochenes Ausströmen von Wärmestoff voraussetzt. Wenn z. B. ein helles und ein schwächer brennendes Licht nebeneinander stehen, so strahlt die schwächere Flamme eben so gut ihr Licht aus wie die stärkere; oder eine Wachskerze, welche man in den intensiven Sonnenstrahlen brennen läfst, hört defshalb nicht auf Licht auszustrahlen, wenn wir es auch wegen des starken Sonnenlichts kaum bemerken sollten. Dasselbe gilt auch von warmen, nicht leuchtenden Körpern.

Wenn zwei warme Körper A und B die nämliche Quantität Wärmestoff ausstrahlen, so erhalten sich beide in gleicher Temperatur, weil jeder von ihnen von dem andern Körper so viel Wärme wieder erhält, als er abgibt. Wenn aber der Körper A mehr Wärmestoff ausstrahlt als der Körper B, so empfängt A weniger, als er abgibt, und wird daher kalt; hingegen wird sich der Körper B erwärmen, weil er eine gröfsere Menge Wärmestoff empfängt, als er ausstrahlt. Ein Gemeng von Schnee und Salz als B betrachtet, erhält in dem eben erwähnten Falle von dem Thermometer A mehr Wärmestrahlen, als es ihm hinsendet; das Thermometer gibt daher etwas von seiner Wärme ab, wodurch es fällt, und dasselbe mufs also hier als der wärmere Kör-

per angesehen werden, durch welche Erklärung die Nothwendigkeit der Annahme von kalten Strahlen ganz wegfällt.

Von der Abkühlung der Körper und von der künstlichen Kälte.

Das Abkühlen der Körper im Allgemeinen kann auf eine dreifache Weise bewerkstelligt werden.

1) Durch das schnelle Ausstrahlen des Wärmestoffs;
2) durch das Schmelzen fester Körper;
3) durch das Verdampfen der Flüssigkeiten, in welchen beiden letzteren Fällen Wärmestoff gebunden wird.

Ad 1) Durch die Versuche von Rumford und Leslie ist erwiesen, dafs der Zustand der Oberfläche eines Körpers einen grofsen Einflufs auf das Ausstrahlen der Wärme hat und folglich auch auf die Länge oder Kürze der Zeit, welche Körper zu ihrer Abkühlung bis zur gewöhnlichen Temperatur bedürfen.

Man hat gefunden, dafs wenn zwei cylindrische unter sich ganz gleiche Gefäfse von Zinn, wovon das eine an der Oberfläche polirt, das andere aber mit einer dünnen schwarzen Schichte überstrichen ist, mit kochendem Wasser angefüllt sind, sich das Wasser in dem schwarzen Gefäfs viel schneller abkühlt, als das in dem polirten Gefäfs, oder wenn jedes mit einem Pfund kochendem Wasser gefüllt, das Thermometer in dem schwarzen Gefäfs in einer Stunde von 95° bis zu 15 Grad herabsinkt; wo hingegen das Thermometer in dem Gefäfse mit polirter Oberfläche erst nach zwei Stunden um von 95° bis 15 Grad herabsinkt. Hieraus ergibt sich, dafs polirte Flächen am wenigsten, die mit einem schwarzen Ueberzug bedeckten Flächen hingegen, am meisten Wärmestoff ausstrahlen.

Um die verschiedene Geschwindigkeit des Ausstrahlens der Wärme nach den Oberflächen zu beurtheilen und zu messen, machte sich Leslie einen Würfel von Weifsblech, wovon er eine Fläche mit einem dünnen Firnifs überstrich; die zweite mit Papier überzog, die dritte mit Kienrufs bedeckte, oder sie an der Flamme eines brennenden Lichts schwärzte und endlich der vierten ihre polirte Metallfläche

5 *

liefs. Nun füllte er den Würfel mit kochendem Wasser an, und brachte die vier Flächen abwechselnd vor die Kugel eines Luftthermometers. Zuerst wurde die polirte Oberfläche dem Thermometer zugewendet, und zwar so lange, bis es nicht mehr stieg, alsdann kehrte er die mit einem Firnisse bestrichene Fläche dem Thermometer zu, wo es von Neuem stieg; wurde die mit Papier überzogene Fläche hingedreht, so stieg das Thermometer noch mehr, und wenn endlich die geschwärzte Seite vor das Thermometer gebracht wurde, so stieg diefs mit einer aufserordentlichen Schnelligkeit, und zwar wenigstens um achtmal mehr, als diefs bei der polirten Fläche der Fall gewesen war. Eben so fiel das Thermometer wieder in dem nämlichen Verhältnisse, wenn er umgekehrt die anderen Seiten ihm gegenüberstellte.

Durch diese Versuche ist deutlich erwiesen, dafs sich der Würfel durch das Ausstrahlen der vier Flächen ganz ungleich abkühlt, und dafs folglich eine heifse Flüssigkeit in einem Metallgefäfs mit polirter Oberfläche viel länger warm erhalten werden kann, als in einem Metallgefäfs mit rauher oder geschwärzter Oberfläche.

Ad 2) Auf dem Processe des Schmelzens verschiedener fester Körper beruht das Hervorbringen der künstlichen Kälte, indem die festen Körper, um flüssig zu werden, dazu eine beträchtliche Quantität Wärmestoff bedürfen. Wenn also ein Körper auf irgend eine Weise zum Schmelzen gebracht wird, so mufs er von den ihm am nächsten sich befindenden Körpern so viel Wärmestoff absorbiren, als er zu dieser Umwandlung bedarf, und diese werden dadurch abgekühlt. Wenn man z. B. Salmiak, Salpeter und viele andere Salze ins Wasser bringt, so werden sie flüssig; hierbei absorbiren sie einen Theil Wärmestoff, und erzeugen folglich Kälte. Werden nun aber zu gleicher Zeit zwei feste Körper in den tropfbarflüssigen Zustand versetzt, so wird dabei noch viel mehr Wärmestoff gebunden, und die dabei erzeugte Kälte ist nun beträchtlicher.

Die beiden festen Körper, welche man zu diesem End-

zweck anwendet, sind: ein im Wasser leicht auflösliches Salz und Schnee oder gestofsenes Eis.

Da also die Verwandtschaft des Salzes zum Wasser sehr grofs ist, so entsteht plötzlich Wasser, in welchem sich nun das Salz auflöst, und beim Flüssigwerden dieser beiden festen Körper wird nun so viel Wärmestoff gebunden, dafs die ganze Masse beträchtlich abgekühlt wird.

Die auflöslichen Salze, welche zur künstlichen Kälte angewendet werden, müssen zwar trocken seyn, aber dennoch ihr Krystallisationswasser besitzen.

Zwei Theile Schnee und ein Theil Kochsalz schnell gemengt, bringen eine Temperatur von — 20° R. hervor; aber durch ein Gemeng von zwei Theilen trocknem gepulvertem salzsaurem Kalk und ein Theil Schnee, wird eine noch viel stärkere Kälte hervorgebracht.

Ad 3) Jede Flüssigkeit bei ihrem Uebergang in Dampf, absorbirt so viel Wärme als für ihren neuen Zustand nöthig ist; sie nimmt ihn nicht allein den benachbarten Körpern, sondern verliert auch selbst Wärmestoff, wodurch Abkühlung entsteht.

Cullen war der erste, welcher richtige Ansichten über die Entstehung der Kälte durch Verdampfen aufstellte. Er fand, dafs die Kälte beträchtlicher ist, im leeren Raum als in der Luft, weil das Verdampfen im ersten Falle schneller von Statten geht.

Dafs die Abkühlung gröfser ist bei einem heifsen und trocknen Wind, als bei einem kalten und feuchten, und dafs endlich die Flüssigkeiten eine um so gröfsere Kälte beim Verdampfen hervorbringen, je flüchtiger sie sind.

Leslie hat gezeigt, dafs das Wasser durch ein schnelles Verdampfen im Vacuo so sehr abgekühlt wird, dafs es selbst friert, wovon bei der Schwefelsäure die Rede seyn wird.

Wenn eine Flüssigkeit ein grofses Streben zum Verdampfen hat, so kann durch die Verflüchtigung derselben eine grofse Kälte hervorgebracht werden. Eine mit Leinwand umgebene Thermometerkugel in Aether getaucht und an einem Faden in der Luft geschwungen, bringt ein beträcht-

liches Herabsinken des Quecksilbers hervor, weil hier das Verdampfen durch den steten Luftwechsel vermehrt wird.

Das Verdunsten aller Flüssigkeiten ist noch viel beträchtlicher im leeren Raume.

Wenn man eine kleine an einer Röhre ausgeblasene etwas Quecksilber enthaltende Glaskugel mit einem Schwamm umwickelt, darauf Schwefelkohle gieſst und sie nun im Recipienten der Luftpumpe aufhängt, um schnell das Vacuum zu machen, so wird das Quecksilber durch die schnelle Verdunstung der Schwefelkohle fest werden, welches in der atmosphärischen Luft erst bei einer Temperatur von — 32° R. statt findet.

Auch durch das freiwillige Verdunsten des Wassers wird mehr oder weniger Kälte hervorgebracht, und man hat diese Eigenschaft des Wassers benutzt, um sich frisches oder kühleres Wasser zu verschaffen.

In Aegypten und in Spanien z. B. bringt man Wasser in sehr poröse Steingefäſse (Alcarazas), welche man in einem Luftzuge aufhängt; da nun etwas Wasser durch die Poren des Gefäſses dringt und somit die äuſsere Oberfläche desselben benetzt erhält, so verdampft immer die neue nach Auſsen hervortretende dünne Schicht Wasser, wodurch das im Gefäſse bleibende Wasser um mehrere Grade abgekühlt wird.

Bei der französischen Armee in Aegypten war es Sitte geworden, das Trinkwasser um einige Grade dadurch abzukühlen, daſs man groſse damit angefüllte Flaschen, welche mit Stroh oder Leinwand umwunden waren, einem Luftzug aussetzte, wobei Sorge getragen wurde, daſs sie oft mit wenigem Wasser begossen und stets feucht erhalten wurden. Durch das Verdunsten des Wassers aus dem Stroh oder der Leinwand wurde dem Wasser im Gefäſs etwas Wärmestoff entzogen und somit eine gewisse Abkühlung desselben bewerkstelligt. Aus dem schnellen Verdunsten einer dünnen Schicht Wasser läſst sich auch die Kälte erklären, die man empfindet, wenn man aus dem Bad steigt, oder wenn der Schweiſs auf der Stirne ausbricht.

Man bedient sich im Sommer, wo Schnee und Eis oft nicht leicht zu haben sind, der Verdunstung des Wassers,

um bei chemischen Operationen die Apparate abzukühlen. Wenn man das Wasser tropfenweise auf eine Vorlage fallen läfst, worin z. B. Aether oder Ammonium übergeht, so wird dieselbe durch die geringe, aber sich stets erneuernde Quantität Wasser, und durch deren schnelles Verdunsten an ihrer Oberfläche sehr gut abgekühlt.

Von der Menge des Wärmestoffs in den Körpern. Specifische Wärme oder Wärmecapacität.

Wenn zwei ungleichartige Körper bis zu einer ganz gleichen Temperatur erwärmt sind, so kann doch die Menge des Wärmestoffs, wodurch diese gleichen Temperaturen hervorgebracht wurden, bei beiden Körpern sehr verschieden gewesen seyn, indem der eine mehr, der andere weniger Wärmestoff erfordert, um den nämlichen Wärmegrad zu erreichen. Diese ungleiche Menge Wärmestoff, welche nun die beiden Körper bei gleichen Temperaturen enthalten, nennt man ihre *specifische* oder *eigenthümliche* Wärme, und von einem Körper, welcher eine gröfsere specifische Wärme in sich enthält als ein anderer, sagt man, er habe eine gröfsere Capacität oder Fähigkeit für die Wärme als der andere.

Die erste Anregung zur Lehre von der specifischen Wärme verdanken wir Black; er machte die Entdeckung, dafs jeder Körper, wenn er von einer Temperatur zu einer andern übergeht, dazu eine gewisse ihm eigenthümliche Quantität Wärmestoff erfordert. Diese Entdeckung wurde späterhin bestätigt und erweitert von Crawford, Irwin, Wilke, Lavoisier und Laplace, Petit und Dulong u. a. m.

Wenn man gleiche Theile Wasser, den einen von der Temperatur 0°, und den andern von 80° R. mit einander vermengt, so nimmt das Gemeng die mittlere Temperatur von 40° an, weil das kalte und das warme Wasser einerlei Wärme-Capacität besitzen. Werden hingegen gleiche Gewichte Wasser zu 0, und Quecksilber zu 100 C. mit einander geschüttelt, so nimmt das Wasser nur eine Temperatur von + 3° an; folglich braucht das Quecksilber, um bis zu

97 Grad erwärmt zu werden, nicht mehr Wärmestoff, als das Wasser zu seiner Erwärmung bis + 3° bedarf.

Schüttelt man aber ein Pfund Wasser von 100 C. mit einem Pfund Quecksilber zu 0°, so wird das Wasser eine Temperatur von 97° annehmen, weil das Wasser nur 3° abzugeben hat, um das Quecksilber bis auf 97° zu erwärmen. Demnach erfordert ein Pfd. Wasser 33mal so viel Wärmestoff als ein Pfund Quecksilber, um bis auf denselben Grad erwärmt zu werden.

In Folge dieses Resultats läſst sich vom Quecksilber sagen, daſs es eine sehr geringe Capacität für die Wärme hat.

Man bedient sich des Wassers, indem man dessen specifische Wärme zu 1000 annimmt, zum Maſsstabe, um die specifische Wärme anderer fester und flüssiger Körper zu bestimmen und zu vergleichen. Die specifische Wärme der Gasarten bestimmt man aber nach der specifischen Wärme der Luft, welche ebenfalls zu 1000 angenommen wird.

Man nehme eine Reihe von verschiedenen Körpern gleichen Gewichts, welche alle bis 0° abgekühlt sind; man vermenge sie einzeln mit einem dem ihrigen gleichkommenden Gewicht kochenden Wassers, und man wird finden, daſs sich das Wasser in allen Fällen sehr ungleich bei einem mehr, bei dem anderen weniger abkühlt.

Auf die eben angegebene Art durch Vermengen der Körper mit Wasser von einer bestimmten Temperatur, lieſse sich nun die specifische Wärme vieler Körper ausmitteln; allein da manche Stoffe zum Wasser Affinität besitzen, und sich folglich mit dieser Flüssigkeit nicht mengen lassen, ohne Wärme zu binden oder frei zu machen, so haben Lavoisier und Laplace zum Messen der specifischen Wärme der Körper ein eigenes Instrument, das Calorimeter genannt, erfunden. Dieses besteht eigentlich in einer Eiskugel, in welche die Körper, deren specifische Wärme man untersuchen will, gelegt werden. Wenn nun ein zuvor gewogener und bis zu einem bestimmten Grad über 0° erwärmter Körper in die Eiskugel gebracht wird, so muſs derselbe bei seiner Abkühlung bis zu 0° eine gewisse Menge Eis schmelzen, welche mit der Menge seines specifischen Wär-

mestoffs in Verhältnifs steht. Das Calorimeter, gewöhnlich von Blech, ist so eingerichtet, dafs der erwärmte Körper so wie das zum Schmelzen bestimmte Eis mit einer andern Portion Eis umgeben sind, um das Zuströmen der Wärme von den benachbarten Körpern von aufsen zu verhindern. Ferner ist dasselbe so eingerichtet, dafs man das Wasser von dem durch den warmen Körper geschmolzenen Eise auffangen kann, was alsdann gewogen werden mufs. Die specifische Wärme des untersuchten Körpers wird durch das Gewicht des erhaltenen Wassers bestimmt. Erhält man nämlich viel Wasser, so hatte der untersuchte Körper eine beträchtliche specifische Wärme, und so umgekehrt.

Ein neueres von Dulong und Petit angegebenes Verfahren, die specifische Wärme der Körper zu messen, gründet sich darauf, dafs sich die Körper im luftleeren Raume um so langsamer abkühlen, je gröfser ihre specifische Wärme ist. Da diese Versuche mehr in die Physik gehören, so umgehen wir sie hier mit Stillschweigen.

Dalton hat sich in Folge seiner Versuche bewogen gefunden, anzunehmen, dafs sich die specifische Wärme der Gasarten umgekehrt wie ihre Atome der Mischungsgewichte verhalte, also mit der Zahl ihrer Atome bei gleichem Gewichte in geradem Verhältnisse stehe. Dulong und Petit haben diese Annahme auf die festen einfachen Körper ausgedehnt und gefunden, dafs wenn man das Atomgewicht eines einfachen Körpers mit der aufgefundenen specifischen Wärme multiplicirt, man fast immer dasselbe Product erhält. Sollte sich das Gesetz, dafs zwei einfache Körper, welche ein gleiches Atomgewicht haben, auch bei den nämlichen Temperaturen gleichviel Wärme enthalten, durch ferner anzustellende Versuche bestätigen, so könnte man aus dem Atomgewicht eines Körpers seine specifische Wärme und aus dieser sein Atomgewicht im Voraus berechnen.

Die Wärmecapacität der Körper kann durch Druck und Reiben vermindert werden. Wenn man daher ein Metall hämmert oder in Draht zieht, so wird es dichter, verliert dadurch an specifischer Wärme, und wird oft glühend heifs.

Als Rumford die beim Bohren einer Canone sich ent-

wickelnde Wärme bestimmen wollte, fand er, daſs durch das Abdrehen von etwa zwei Loth Bohrspänen ein Pfund Wasser bis zum Sieden erhitzt und bei der fortdauernden Bewegung des Bohrens im Kochen erhalten werden konnte. Das Glühen eines Nagels durch Hämmern, eben so wie die letzte Erscheinung, lassen sich indessen aus der frei werdenden Wärme nicht hinreichend erklären; es könnte hier auch wohl die Elektricität von einigem Einflusse seyn.

Quellen der Wärme.

Unter den verschiedenen Ursachen, welche Wärme hervorbringen, muſs vor allen die Sonne genannt werden, indem diese uns auſser den Lichtstrahlen auch Wärmestrahlen zusendet. Da nun aber durch die Sonne bloſs strahlender Wärmestoff zu uns gelangen kann, so erwärmt derselbe nur in so fern, als er von Körpern absorbirt wird; denn die frei durchgehenden Strahlen so wie die zurückgeworfenen, tragen wenig oder gar nichts zur Erwärmung bei.

Ferner sind der Druck und die Reibung als Quellen der Wärme zu betrachten, und es ist hiebei zu bemerken, daſs eine verhältniſsmäſsig weit gröſsere Quantität Wärme entsteht, wenn sich die Körper leicht zusammendrücken lassen.

Durch die chemische Verbindung zweier Körper, wird in den meisten Fällen auch Wärme hervorgebracht, und vorzüglich dann, wenn ein Verbrennen von statten geht. Ebenso durch die Elektricität.

Auch durch Benetzung fester Körper mit Flüssigkeiten kann Wärme entstehen; eine von Pouillet nachgewiesene bisher ganz unbeachtet gebliebene Quelle der Wärme.

Wenn man einen festen Körper mit einer Flüssigkeit z. B. mit Wasser, Baumöl, Weingeist etc. benetzt, so bemerkt man fast immer eine mehr oder minder starke Entwickelung von Wärme. Diese Temperaturerhöhung durch Benetzung ist ganz unabhängig von einem chemischen Einfluſs oder vom Festwerden der Flüssigkeit, sondern sie scheint bloſs durch die Capillarität hervorgebracht zu werden.

Bei den unorganischen Substanzen, so wie z. B. bei gepulverten Metallen und Oxyden ist diese Entwickelung zwar

sehr schwach. Bei Zinkozyd und Thon indessen am stärksten; aber bei trocknen Substanzen aus dem Pflanzen- und Thierreich, wie bei Samen, Wurzeln, thierischen Häuten, und vorzüglich bei Süfsholzpulver und Stärke bemerkt man, dafs das Thermometer von 2 bis 9 Grad steigt, wenn man sie mit Wasser benetzt, eine Erscheinung, welche vorzüglich bei der vegetabilischen und animalischen Physiologie beachtet zu werden verdient. *)

Identität und Verschiedenheit der Wärme und des Lichts.

Auf die Identität dieser beiden Stoffe wird aus vielen Erscheinungen geschlossen, namentlich aus der gleich strahlenden Bewegung, der Reflexion und aus dem Umstande, dafs viele Körper, welche Licht absorbiren, fast keine andere Veränderung erleiden, als dafs sie sich erwärmen. Viele Körper, welche stark erwärmt werden, kommen ins Glühen, d. h. sie verbreiten Licht.

Andere Erscheinungen hingegen sprechen für die Verschiedenheit der Wärme vom Licht; die vorzüglichsten derselben sind: dafs das Licht sich mit einer weit gröfseren Geschwindigkeit verbreitet als die Wärme; dafs sich das Licht vorzüglich durch die durchsichtigen, die Wärme aber durch alle Körper verbreitet; dafs die Lichtstrahlen, vorzüglich die violetten, das Hornsilber zersetzen, was die Wärme, selbst bis zum Schmelzen des Hornsilbers angewendet, nicht zu thun vermag; dafs die Lichtstrahlen nur erleuchten, wenn sie zurückgeworfen werden, dafs die Wärmestrahlen hingegen nur dann erwärmen, wenn sie absorbirt werden.

Anwendung des Wärmestoffs.

Der Wärmestoff ist eins der vorzüglichsten Agentien, welches zur Beförderung oder, nach Umständen, zur Zerstö-

---

*) S. Pouillet in den Annales de chimie et de physique Bd. 20, S. 141; davon ein Auszug in Schweigger's Journal der Chemie u. Physik Band 6, S. 115. 1822.

rung der chemischen Affinität angewendet wird. Verschiedene in der Chemie mehr oder weniger vorkommende Operationen werden lediglich durch Hülfe des Wärmestoffs bewerkstelligt, als: 1) Austrocknen, 2) Rösten, 3) Einäschern, 4) Schmelzen, 5) Verglasen, bei welcher letzteren Operation zwar auch ein fester Körper durch Hitze flüssig gemacht wird, wobei aber das Product des Schmelzens ein durchsichtiger, dem Glase ähnlicher Körper ist. Ferner 6) Verflüchtigen, und 7) Sublimiren. Beim Verflüchtigen werden die durch Wärme abgeschiedenen Stoffe nicht weiter berücksichtigt, beim Sublimiren aber werden sie, wenn sie wieder einen festen Zustand angenommen haben, aufgefangen.

Eine ganz vorzügliche Anwendung der Wärme macht man vermittelst des Löthrohrs, welches dazu dient, eine sehr concentrirte Wärme hervorzubringen, um dieselbe zu vorläufigen Versuchen in kleinem Mafsstabe zu benützen.

Das Löthrohr ist in unsern Tagen vorzüglich durch die Bemühungen von Berzelius zur vorläufigen Untersuchung der Körper, ein unschätzbares und ganz unentbehrliches Instrument geworden. Es besteht in einer Röhre von Glas oder Metall, welche an dem unteren einen Ende schmäler wird und ein Paar Zoll vom schmälern Ende unter einem rechten Winkel gebogen ist. Die sehr feine Oeffnung hält man gegen die Flamme einer Lampe und bläst nun in das weitere Ende, um die Flamme auf einen Körper zu leiten, den man erhitzen will.

Seit undenklichen Zeiten bedienen sich die Metallarbeiter einer Röhre, um beim Licht kleine Metallstückchen zusammenzuschmelzen oder zu löthen. Anton Schwab war indessen der erste, welcher es auch in der Mineralogie anwendete, um Erze damit zu prüfen. In der Hand von Cronstedt, Bergmann, Gahn bis zu Berzelius ist es immer vollkommener und die Anwendung desselben immer häufiger geworden. *)

Der Gebrauch des Löthrohrs setzt einige Kenntnisse von

---

*) S. Berzelius Anwendung des Löthrohrs aus dem Schwedischen übersetzt von Heinrich Rose. Nürnberg. 1821.

der Flamme voraus, welche im Wesentlichen zwar aus Lichtstoff und Wärmestoff, oder aus der Vereinigung der beiden Elektricitäten besteht.

Abends genau betrachtet, bemerkt man, dafs die Flamme aus mehreren einzelnen Theilen zusammengesetzt ist. An der Basis eines Kerzenlichts befindet sich ein schmaler dunkelblauer Rand; dann folgt ein durchsichtiger Theil. Mitten in der Flamme ist ein dunkler Theil, welcher aus den vom Dochte aufsteigenden, noch nicht verbrannten Stoffen besteht, dann folgt weiter hinauf der leuchtende Theil und noch höher die Spitze, welche die gröfste Hitze gibt.

Beim Gebrauche des Löthrohrs hat man im Allgemeinen den Zweck, diesen heifsen Theil auf den zu erwärmenden Körper zu leiten.

Wenn nun mit dem Löthrohre in die Flamme geblasen wird, so bemerkt man eine lange und schmale blaue Flamme, welche vor ihrer Spitze den heifsesten Punkt hat; gleich wie in der ruhigen nicht geblasenen Flamme, nur mit dem Unterschiede, dafs hier die Hitze in einem kleineren Punkte concentrirt, und folglich noch viel gröfser ist, als in der freien Flamme. Mit dieser Flamme des Löthrohrs kann aufser der grofsen, zum Schmelzen erforderlichen Hitze auch noch die Oxydation der Metalle; so wie die Reduction der Metall-Oxyde leicht bewirkt werden, und zwar erstere, indem man das Metall vor der äufsersten Spitze der Flamme erhitzt, und die Reduction dadurch, dafs man die Probe mehr in das Innere in den leuchtenden Theil der Flamme hält, wo diese den zu reducirenden Körper von allen Seiten umgibt und auf diese Weise den äufseren Zutritt der Luft verhindert.

Was nun ferner die Flamme im Allgemeinen betrifft, so ist bekannt, dafs das Vermögen derselben zu leuchten, auf keine Weise im Verhältnisse mit ihrer Kraft zu erwärmen steht. Die Ursache davon liegt nach Davy in Folgendem: Jede Flamme leuchtet nur in dem Verhältnisse, als während ihres Brennens ein fester Körper ausgeschieden und in einen glühenden Zustand versetzt wird. Aus dem Grunde leuchten die Flammen des brennenden Phos-

phors und Zinks so stark, weil ihre durch das Brennen entstandenen Producte feste Form annehmen, welche weifsglühend werden und Licht ausstrahlen. Die Flamme des Wasserstoffgases hingegen, welche eben so viel Hitze gibt wie jene, leuchtet wenig, weil sich beim Verbrennen derselben nichts in fester Form absetzt, eben so wie letztere verhält sich die Weingeist-Flamme. Die Flammen von Oel oder Wachs leuchten aber sehr stark, weil sich hier Kohle absetzt, welche einen Augenblick glühend wird und dadurch leuchtet, dann aber am Rande der Flamme verbrennt, wobei durch die Reihenfolge dieser glühenden Theile von Kohle, ein ununterbrochenes und helles Licht entsteht.

Wir übergehen hier mit Stillschweigen den Einfluſs der Wärme auf organische lebende Körper des Pflanzenreichs, indem es zu bekannt ist, daſs die Wärme für das Gedeihen der Pflanzen ganz unentbehrlich ist.

Die Wirkung der Wärme auf den menschlichen Körper ist sehr mannichfaltig. Tritt man in ein warmes Zimmer von 60° R., wo z. B. Salz getrocknet wird, so röthet sich die Haut und erweitert sich, der Puls wird schneller und das Athmen beschwerlich. Der Schweiſs dringt durch die Poren, und es stellt sich der Durst ein. Findet eine noch stärkere Einwirkung der Wärme auf einen Theil des Körpers statt, so wird der Zustand desselben verändert und es entstehen Blasen u. s. w.

Auch durch Mangel an Wärme oder durch Kälte können viele organische Stoffe eine Zerstörung in ihrem inneren Wesen erleiden, wie dieſs bekanntlich mit dem Gefrieren frischer Wurzeln und Früchte häufig der Fall ist. Der Kleister, wenn er gefroren, nimmt beim langsamen Aufthauen seine Kraft zu kleben nicht wieder an. Kartoffeln, welche eine Zeit lang der Temperatur des Gefrierpunktes ausgesetzt sind, nehmen einen süſsen Geschmack an, und es scheint, daſs sich bei dieser Veränderung der Temperatur etwas Zucker in denselben bildet.

Die Wärme wird als Arzneimittel gegen Rheumatismen und bei vielen andern Krankheiten mit groſsem Erfolge angewendet.

Von der Elektricität.

Alle Körper der Erde enthalten einen Stoff, welcher unter gewissen Umständen und Verhältnissen frei und anschaulich gemacht werden kann.

Diefs ist das elektrische Fluidum, welches sich durch verschiedene Verfahrungsarten entwickeln läfst. Die einfachste und zuerst bekannte Weise, sich von der Gegenwart des elektrischen Fluidums in einem Körper zu überzeugen, besteht darin, ihn zu reiben, wodurch er die Eigenschaft erlangt, leichte Stoffe anzuziehen und sie bald wieder abzustofsen; dabei verbreiten die geriebenen Körper einen Phosphorgeruch und leuchten im Dunkeln. Diese Eigenschaft wurde zuerst am Bernstein wahrgenommen, und da dieser bei den Griechen *Elektron* hiefs, so ist daraus die Benennung Elektricität entstanden.

Nach der Ansicht von Franklin ist die Elektricität in den Körpern als ein einziges Fluidum zu betrachten, dessen Ueberflufs die Erscheinungen der positiven (+), und dessen Mangel die der negativen (—) Elektricität hervorbringt.

Nach Symmer hingegen, welcher der dualistischen Theorie zugethan ist, besteht die Elektricität aus zwei in ihren Eigenschaften zwar sehr analogen, aber doch in ihren Verhältnissen zu einander gerade entgegengesetzten Flüssigkeiten.

Das elektrische Fluidum, wir mögen es nun mit Franklin, als eine einfache Flüssigkeit, oder, nach Symmer, als aus zwei Flüssigkeiten bestehend, betrachten, ist ohne Gewicht, und verbreitet sich mit grofser Schnelligkeit durch solche Körper, welche gute Leiter für Elektricität sind; als solche behaupten die Metalle den ersten Rang, indem sie das elektrische Fluidum leicht aufnehmen und der Verbreitung desselben über ihre ganze Oberfläche kein Hindernifs in den Weg legen, sondern es eben so leicht wieder an andere Körper absetzen.

Die Nichtleiter oder Isolatoren nehmen zwar die Elektricität an ihrer Oberfläche auf, lassen sie aber nicht weit eindringen. Diese sind: Glas, Harz, Seide, Schwefel, Phosphor, trockene Luft u. s. w.

Von einem guten Leiter, welcher mit Nichtleitern umgeben wird, sagt man, er sey isolirt. So ist z. B. eine Metallplatte, welche auf Glas oder Harz liegt, oder durch seidene Schnüre aufgehängt ist, isolirt.

Wenn in Körpern eine grofse Quantität eines elektrischen Fluidums angehäuft ist, so besitzen sie ein mächtiges Streben, dasselbe, vermöge ihrer Affinität zum entgegengesetzten Fluidum zu verlassen; dieses Streben wird ihre elektrische Spannung genannt.

Es stehen uns verschiedene Mittel zu Gebote, um die Elektricität zu erregen; diese sind: 1) Die Reibung oder der Druck (Frictions-Elektricität), 2) die Berührung ungleichartiger Körper (Berührungs- oder Contact-Elektricität), 3) die Veränderung der Temperatur mancher Körper, 4) die Organe bei verschiedenen Thieren (thierische).

1) *Erregung der Elektricität durch Reiben.*

Wenn zwei feste heterogene Körper an einander gerieben werden, so werden sie dadurch entgegengesetzt elektrisch, d. h. der eine positiv und der andere negativ. In Leitern kann sich aber die durch Reiben erregte Elektricität nicht sammeln; man muſs daher die Leiter auf Nichtleiter stellen, wodurch der freie Durchgang der Elektricität in den Erdboden verhindert wird. Am schnellsten wird die Elektricität durch das Reiben von Nichtleitern erregt, wenn man z. B. Glas oder Harz mit Wollenzeug oder Haaren reibt.

Das Glas nimmt beim Reiben die + E. der Wolle auf, und dadurch wird die — E., welche vorher mit der + E. in der Wolle verbunden war, prädominirend. Wird hingegen Harz auf ähnliche Weise gerieben, so zieht dieses die — E. aus der Wolle an, wodurch sich in letzterer die + E. anhäufen muſs.

Auf diesem Satze der Erregung der Elektricität durch Reiben, beruht die Construction der Elektrisirmaschine, welche die Elektricität in der gröſsten Spannung auf eine Oberfläche anhäuft, und mit Hülfe welcher sich das Reiben am bequemsten verrichten läst.

Der

Der geriebene Körper bei Elektrisirmaschinen ist gewöhnlich eine Glasscheibe oder ein Cylinder von Glas, der reibende Körper aber, ein mit Haaren ausgestopftes Lederkissen, dessen Oberfläche mit einem Amalgam oder mit Musivgold bestrichen ist. Die in der Glasscheibe erregte + E. nimmt aus einem isolirten hohlen Cylinder von Messing, dem Conductor, die — E. auf. Der Conductor muſs an dem von der Glasscheibe entfernten Ende abgerundet, und an dem der Scheibe nahestehenden Ende mit Spitzen versehen seyn, aber auſserdem müssen in der Nähe des Conductors alle anderen Spitzen vermieden werden, weil diese ihm sonst entgegengesetzte Elektricität zuführen und somit die Wirkung aufheben würden.

Sind die Lederkissen mit dem Erdboden in Verbindung gebracht, so nimmt der isolirte Messing-Conductor die Glas- oder + E. auf; wenn man aber die Lederkissen isolirt, und statt dessen den Conductor mit dem Boden in Verbindung setzt, so wird man die negative Elektricität erhalten. Beim Reiben oder Drehen der Scheibe wird der Conductor nicht dadurch elektrisch, daſs er die Elektricität vom Glase an sich zieht, sondern nur dadurch, daſs die beim Drehen erregte + E. durch die aus dem Conductor entgegenströmende — E. gesättigt wird, auf welche Weise sodann die + E. im Conductor frei wird.

Durch Reibung des Elektrophors, einer dünnen Harzscheibe, welche in einen Metallteller ausgegossen ist, wird die obere Fläche desselben negativ elektrisch, und die untere positiv.

2) *Erregung der Elektricität durch Berührung.*

Wenn zwei ungleichartige Körper, nämlich zwei verschiedene Metalle, Schwefel und Metalle, trockne Säuren und Alkalien etc. mit einander in Berührung kommen, und dann wieder getrennt werden, so bemerkt man, daſs beide entgegengesetzt elektrisch sind, und zwar wird der eine + und der andere negative E. besitzen.

Diese Berührungs- oder Contact-Elektricität wurde

auch nach ihrem Entdecker **Alois Galvani** in Bologna, die galvanische Elektricität oder der Galvanismus genannt.

Werden eine Zinkplatte und eine Kupferplatte auf einandergelegt, so zeigt das Zink freie + E., und das Kupfer freie — E. Schwefel mit Metallen in Berührung gebracht, erhält — E., während die Metalle die + E. annehmen.

Die + E. bringt auf der Zunge einen säuerlichen, die — E. einen alkalischen Geschmack hervor. Durch die Berührung zweier Metalle ist die erregte Elektricität so gering, daſs sie ohne einen Condensator kaum bemerkt werden kann. Die zwei in Berührung stehenden Elektromotoren bilden die galvanische Kette. Schichtet man mehrere galvanische Ketten so über einander, daſs sie sich nicht unmittelbar berühren, sondern durch schlechtere Leiter, als Glas oder dünne Schichten von Papp- oder Tuch-Scheiben, welche mit Salzauflösung getränkt und von einander geschieden sind, so wird die elektrische Spannung zwischen den beiden Endgliedern der so verbundenen Plattenpaare sehr verstärkt. Die Verbindung der einzelnen Ketten stellt nun die Voltaische Säule, die galvanische Batterie oder die elektrische Säule dar. Dieselbe besteht aus der fortgesetzten und oft wiederholten Aufeinanderlegung einer Zinkplatte, Kupferplatte, Tuchscheibe, oder umgekehrt, einer Kupferplatte, Zinkplatte, Tuchscheibe u. s. w.; nur muſs dabei beobachtet werden, daſs die zuerst angenommene Ordnung der Plattenpaare in der Construction der Säule bei allen folgenden Paaren derselben beibehalten wird.

Die beiden Endglieder der Säule heiſsen Pole, und jeder Pol wird nach demjenigen Metall benannt, welches demselben zugekehrt liegt. So würde z. B. in der eben beschriebenen Säule das untere Ende der Kupferpol und das obere Ende der Zinkpol genannt werden. Werden die beiden Pole durch Platindrähte in eine leitende Verbindung gebracht, dann ist die Säule geschlossen.

Die Wirksamkeit der Säule hängt ab von der Zahl, Gröſse und von der gehörigen Folge der einzelnen Ketten, von ihrer Isolirung und von dem Leitungsvermögen der feuchten Zwischenkörper. Während der Schlieſsung der Säule erfolgen

ununterbrochene Entladungen und Ladungen, welche so lange fortdauern, bis die Säule alle Wirksamkeit verloren hat. *)

In einer noch thätigen Säule findet ein fortwährendes Ausströmen von Elektricität statt, wodurch alle zusammengesetzten Körper, wenn sie übrigens Leitungsfähigkeit haben, zerlegt werden können.

Viele Flüssigkeiten, wovon wir hier das Wasser als Beispiel anführen wollen, werden durch die Säule zerlegt. Leitet man die Platindrähte der beiden Pole in ein mit Wasser gefülltes Glas, so entwickelt sich Wasserstoffgas am Kupferpol (Wasserpol), und Sauerstoffgas am Zinkpol (Sauerstoffpol).

Hiebei müssen jedoch die beiden Draht-Enden nahe seyn, ohne sich indessen zu berühren.

Die Zerlegung geht schneller von Statten, wenn man dem Wasser etwas von einer Säure oder von einem Salze zusetzt.

Ist das durch die Säule zu zersetzende Wasser mit etwas ausgepreſstem Blaukrautsaft gefärbt, so wird das Wasser am positiven Pol roth, am — Pol grün werden, gerade so als wenn am + Pol eine Säure und am — Pol ein Alkali erzeugt würden; dieses ist jedoch nicht der Fall, wenn alle atmosphärische Luft ausgeschlossen wird, nur bei Berührung mit Luft bildet sich am positiven Pol etwas salpetrige Säure, und am — Pol eine Spur von Ammonium.

Leitet man die beiden Platindrähte einer Säule in eine mineralische Sauerstoffsäure, z. B. in Schwefelsäure, so wird sich das Sauerstoffgas aus der Säure zum + Pol, und der Schwefel zum — Pol wenden; in eine Wasserstoffsäure, wie z. B. in Hydrochlorsäure geleitet, wird sich der Wasserstoff der Säure am — Pol, das Chlor am + Pol entwickeln. In einem metallischen Salze wird sich das Metall reduciren,

---

*) Beim Trogapparat stehen die beiden ungleichartigen Metalle in allen Punkten mit einer sauren Flüssigkeit in Berührung, und zwar auf eine solche Weise, daſs die beiden Platten, welche ein Paar bilden, in zwei Zellen getrennt, und durch einen angelötheten kegelförmigen Metallstreifen vereinigt werden.

und sich in Form von Dendriten am — Pol absetzen, der Sauerstoff der Basis und die Säure des Salzes erscheinen aber am + Pol.

Auch die Zerlegung der feuerbeständigen, schwach angefeuchteten Alkalien läſst sich auf diese Weise bewerkstelligen.

Selbst bei Berührung zweier Flüssigkeiten, sowohl untereinander als mit einem festen Körper wird etwas Elektricität entwickelt. Die auf diese Weise zusammengeschichteten Ketten, welche man die Ketten der zweiten Art nennt, sind aber immer sehr schwach. Diese Ketten lassen sich herstellen, wenn man eine Metallauflösung vorsichtig mit Wasser übergieſst, und nun durch die beiden Schichten der Flüssigkeiten einen Draht von demselben Metall taucht. Hiezu können dienen: eine etwas concentrirte Auflösung von salzsaurem, Zinn eine Schicht Wasser und ein Zinnstab, oder eine Auflösung von essigsaurem Blei, Wasser und ein Bleistreifen. Die Elektricität wird daran erkannt, daſs die durch die beiden Schichten getauchten Metallstäbe in ihren Berührungspunkten in den aufgelösten Metallsalzen sich selbst auflösen, und sich im Wasser nahe an der Gränze beider Flüssigkeiten in Dendriten-Form metallisch abscheiden.

Bringt man eine Schicht Wasser über concentrirte Schwefelsäure, und steckt man behutsam einen Platindraht durch beide flüssige Schichten, so erkennt man die elektrische Wirksamkeit durch die Gasentwicklung und durch die Zerlegung des Wassers, wobei sich eine Menge kleiner Gasbläschen auf dem Platindraht absetzen. Die Schwefelsäure scheint hier die Stelle des fehlenden Metalls zu vertreten. Versuche dieser Art, wobei Contact-Elektricität wahrgenommen werden kann, sind vorzüglich von Becquerel und von vielen andern angestellt worden.

3) *Erregung der Elektricität durch Veränderung der Temperatur* (*Krystall-Elektricität.*)

Man hat häufig die Bemerkung gemacht, daſs Elektricität frei wird, wenn liquide Körper erstarren oder kry-

stallisiren. Diefs ist namentlich der Fall bei dem Festwerden des geschmolzenen Schwefels, des Wachses, des Talges, der Chocolade u. s. w. Wenn Wasser in einer Leidener Flasche schnell friert, so wird diese dadurch schwach geladen, und zwar die innere Belegung + und die äufsere — elektrisch.

Bei Verdampfen einer Flüssigkeit zeigt der gebildete Dampf eine — Elektricität und der zurückgebliebene Theil der tropfbaren Flüssigkeit ist + elektrisch. Beim Condensiren einer elastischen Flüssigkeit erhält der nicht-condensirte Theil der Gasart + E., der zur tropfbaren Flüssigkeit condensirte Theil aber ist — elektrisch. Durch dergleichen Veränderungen scheinen die elektrischen Phänomene, wie z. B. der Blitz in der Atmosphäre zu entstehen, wefshalb man diese Erscheinungen auch mit dem Namen atmosphärische Elektricität belegt hat.

In diese dritte Classe, wo Temperatur-Veränderungen die Elektricität erregen, lassen sich auch sehr wohl die elektrischen Erscheinungen bringen, welche einige krystallisirte Mineralien durch das Erwärmen erleiden.

Verschiedene Mineralien haben nämlich die Eigenschaft, durch Erwärmen elektrisch zu werden und nach dem Abkühlen die Elektricität wieder zu verlieren. Hiebei hat man beobachtet, dafs der eine Endpunkt des Krystalls + elektrisch, und der andere — elektrisch wird.

Durch das Erwärmen werden ganz vorzüglich elektrisch: Turmalin, Boracit, Topas, Axinit, Prehnit, Vesuvian, Mesotyp u. s. w.

Diese Krystall-Elektricität wurde zuerst von Aepinus im Turmalin wahrgenommen.

Die von Seebeck entdeckte Eigenschaft, dafs zwei ungleichartige Metallstäbe, welche zusammengelöthet sind und ungleich erwärmt werden, nun die Magnetnadel anziehen, könnte ebenfalls vielleicht hier ihren Platz finden.

Eben so werden nach Seebeck zwei Stäbe desselben Metalls, von denen der eine heifser als der andere ist, positiv und negativ-elektrisch. (Thermo-Elektricität.) Auch die Erregung der Elektricität durch Aenderung der Cohä-

sionsform der Körper im Allgemeinen kann füglich hieher gerechnet werden, indem derselben eine Temperaturveränderung zu Grunde liegt.

4) *Erregung der Elektricität bei verschiedenen Thieren.*

Verschiedene Seefische, vorzüglich aus dem mittelländischen Meere und aus dem ostindischen Ocean, wie z. B. der Zitterrochen, der Zitteraal und der Stachelbauch (*Torpedo unimaculdta* und *marmorata*, *Silurus electricus* und *Tetraodon electricus*) haben die merkwürdige Eigenschaft, sich durch stark elektrische Schläge im Kampfe mit andern Thieren zu vertheidigen, wodurch letztere gelähmt und auch getödtet werden können. Die Organe, womit die starken elektrischen Schläge hervorgebracht werden, liegen an der Oberfläche des Körpers, sind von zelliger Structur und haben sehr starke Nerven. Die Elektricität nimmt in dem Maſse ab, als sich die Lebenskräfte der Fische vermindern. Werden die Nerven jener Organe durchgeschnitten, so geht dadurch die Eigenschaft, elektrische Schläge zu ertheilen, verloren.

Anwendung der Elektricität.

Der elektrische Funke wird in der Chemie häufig angewendet zur Analyse eines Gemenges von Gasarten, worin sich brennbare Gasarten befinden, um diese mit Sauerstoffgas vermengt, anzuzünden. Ebenso zum Voltaischen Eudiometer und zum Apparat von Lavoisier, um durch Verbrennen des Wasserstoffgases die Bildung des Wassers zu fördern.

Nicht minder wichtig ist die Anwendung des elektrischen Fluidums zur Zerlegung vieler zusammengesetzter fester Körper, wie zur Zerlegung der Salze, der Metall-Oxyde etc., und darauf beruht eine der glänzendsten Entdeckungen unseres Jahrhunderts, die des Kaliums und Natriums, auf welche wir später zurückkommen werden.

Als Heilmittel ist der elektrische Strom bei Lähmungen und die Elektricitat der Voltaischen Säule gegen Harthörigkeit mit mehr oder weniger Erfolg angewendet worden.

Aus der Berührungs-Elektricität lassen sich manche Erscheinungen im gemeinen Leben erklären; z. B. warum Flüssigkeiten, als Bier, Wein, Milch etc. aus metallenen Gefäfsen getrunken, oft einen sehr widrigen Geschmack haben, da dieses doch bei Porcellan- oder Glasgefäfsen nicht der Fall ist; warum Metalle an solchen Stellen am schnellsten rosten, wo sie mit einem andern Metalle in Berührung oder zusammengelöthet sind, vorzüglich wenn das Wasser freien Zutritt dazu hat; warum endlich die Bedachung eines Gebäudes mit schlecht verzinntem Eisenblech bald zerstört wird, und folglich kürzere Zeit dauert, als wenn das Zinn nicht mit dem Eisen in Berührung ist.

Zweiter Abschnitt.

Wägbare Stoffe. Ponderabilien.

Einfache nicht metallische Stoffe.

Es ist bereits in der Einleitung erwähnt worden, dafs Anaximander und einige andere griechische Philosophen nur vier einfache Stoffe oder Elemente annahmen, aus welchen nach ihrer Meinung alle Naturkörper zusammengesetzt wären, nämlich: Feuer, Wasser, Luft und Erde. Bei dem gegenwärtigen vervollkommneten Zustande der Wissenschaft sind jene von unseren Vorfahren angenommenen Elemente keine einfachen Stoffe mehr für uns; aber statt derselben kennen wir 51 Körper, welche wir als einfache oder bis jetzt als unzerlegte zu halten genöthigt sind, und aus welchen wir alle Substanzen der Erde zusammengesetzt betrachten müssen.

Diese einfachen Stoffe werden hier, mit Ausnahme der Metalle, nach und nach untersucht werden. Sie sind: Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Chlor, Kohle, Boron, Phosphor, Schwefel, Selen, Jod und Brom.

Die vier ersten zeichnen sich dadurch aus, dafs sie

im reinsten Zustande nicht anders als in Gasgestalt dargestellt werden können, und dafs sie nur in Verbindung mit andern Körpern in flüssiger oder fester Form erscheinen.

Hinsichtlich ihres chemischen Verhaltens werden die einfachen Körper in Sauerstoff und in brennbare Körper eingetheilt.

Letztere sind solche, welche sich mit dem Sauerstoffe verbinden können, und die meisten von ihnen bringen alsdann die gewöhnlichen Erscheinungen des Verbrennens, Licht und Wärme, hervor.

Von den Gasarten.

Da nun die vier ersten einfachen Stoffe in ihrem reinsten Zustande immer in Gasgestalt hervortreten, so wird es nothwendig seyn, einige Notizen über die Gasarten im Allgemeinen vorangehen zu lassen.

Die Gasarten sind fast ganz die Frucht der neueren Entdeckungen in der Chemie, und mit ihnen entstand eine merkwürdige Epoche in der Wissenschaft.

Van Helmont in Brüssel hatte zwar einige besondere Luftarten auf eine geheimnifsvolle Weise angekündigt, hielt sie aber für Luft, in welcher fremde Substanzen aufgelöst wären, und gab ihnen den Namen Gas, welche Benennung seitdem in den Sprachen aller Länder, zu denen je einige Kenntnifs von der Chemie gedrungen ist, aufgenommen wurde. Nach einigen soll der Ausdruck Gas aus dem hebräischen Worte *Gasch* (bewegt werden) abgeleitet worden seyn. Wahrscheinlicher ist es aber, dafs van Helmont diesen Namen aus dem niederländischen Worte *Geest* (Geist) verstümmelt hat, und diefs ist um so glaubwürdiger, da sein Lehrer Paracelsus die feinen Dämpfe und Luftarten schon *Spiritos sylvestres* (wilde Geister) nannte.

Black in Edinburg war der erste, welcher ein Gas von der gewöhnlichen Luft genau zu unterscheiden lehrte. Nach ihm wurden von Priestley, Scheele, Cavendish und vielen Andern, die übrigen Gasarten entdeckt, deren Zahl jetzt wenigstens bis auf sechsundzwanzig herangewachsen ist.

Definition der Gasarten.

Wenn man einen festen oder flüssigen Körper mit einer so grofsen Menge Wärmestoff verbindet, dafs er dadurch Luftgestalt annimmt, so ist er in Gas verwandelt. Diejenigen Stoffe, welche mit einem grofsen Bestreben nach Gasbildung begabt sind, heifsen flüchtige, *Corpora volatilia*, und diejenigen, bei denen diefs Bestreben viel schwächer ist, feuerbeständige, *Corpora fixa*. Ein Gas entsteht also durch den höchsten Grad oder das Maximum der Verbindung des Wärmestoffs mit einem ponderablen Körper, oder in einem Gas ist die Wärme im höchsten Grade vorherrschend.

Eine jede Gasart breitet sich nach allen Richtungen aus, und nimmt nicht wie die tropfbaren Flüssigkeiten eine horizontale Oberfläche an. Sie kann, wenn keine Hindernisse dazwischen treten, sich ins Unendliche ausdehnen, welches Streben nach Ausdehnung, ihre Elasticität, Spannung oder Tension genannt wird.

Das Gas, als eine elastische Flüssigkeit, verliert seine Luftgestalt weder durch Kälte noch durch mechanischen Druck, und aus diesem Grunde heifst es permanentes oder beständiges Gas, *)

Ein luftförmiger Körper aber, welcher durch Druck oder Abkühlung wieder eine tropfbar-flüssige oder feste Gestalt annehmen kann, wie der eingeschlossene und gehörig erwärmte Aether, Weingeist, das Wasser, Quecksilber, alle flüchtigen Salze, Schwefel etc. ist kein permanentes Gas. So lange man diese Körper in einer Temperatur erhält, die ihren Siedepunkt übersteigt, so behalten sie die Luftgestalt, d. h. Durchsichtigkeit, Spannkraft und alle Eigenschaften der Gasarten; so bald sie aber einen kalten Körper berühren, theilen sie diesem ihren gebundenen Wärmestoff mit und kehren wieder zu ihrer tropfbarflüssigen oder festen Gestalt zurück.

Diese unbeständigen oder nicht-permanenten Gasarten

---

*) Faraday hat indessen einige von den permanenten Gasarten durch einen starken Druck und durch Abkühlung so sehr verdichtet, dafs sie endlich eine liquide Form annahmen.

werden an der kalten Luft undurchsichtig und gleichsam einer Wolke oder dem Nebel ähnlich. Solche unbeständige Gasarten werden auch wohl mit dem Namen Dampf oder Dunst belegt. Wenn man Wasser in einem Kolben, welcher mit einer feinen Röhre versehen ist, kocht, so wird das Wassergas im Gefäſse unsichtbar seyn, tritt es aber aus der Röhre an die kalte Luft, so wird es als Dampf sichtbar werden.

Zum Auffangen der permanenten Gasarten hat man verschiedene Apparate erfunden. — Hierher gehören vorzüglich die Wannen oder der pneumatisch-chemische Apparat (von πνευμα Luft, Athem). Derselbe besteht aus einem viereckigen Kasten von Holz, dessen innerer Theil mit Blei oder mit verzinntem Kupfer ausgeschlagen ist, dieser wird mit Wasser oder Quecksilber gefüllt, und in diesem letzteren Falle bedient man sich einer kleineren Wanne von Marmor oder von Eisen. Es befinden sich im oberen Theile der Wanne zum Auffangen der Gasarten Brücken mit trichterförmigen Löchern. Ferner bedarf man Glocken, Cylinder, Unterlagen von Glas oder Porzellan, graduirte Glocken zum Messen der Gasarten, Glasröhren, Feilen aller Art zum Schneiden der Glasröhren, der Körke etc.

A. Vom Sauerstoff. (Oxygène.)

Der Sauerstoff (*oxygène* von οξυς, sauer, und γενναω, ich erzeuge), ist unter allen einfachen Körpern derjenige, welcher am reichlichsten mehr oder weniger gebunden in der Natur verbreitet ist. Er befindet sich in vielen Mineralien, so wie in fast allen Körpern des Pflanzen- und Thierreichs. Tropfbar-flüssig finden wir ihn im Wasser zu 0,889 dem Gewichte nach, und in den mehrsten Säuren. In Form einer Luftart wird er in der Atmosphäre zu 0,21 dem Raume nach angetroffen; er macht wenigstens ⅓ der Bestandtheile der Erde aus, so weit wir dieselbe kennen.

Bisher war es nicht möglich, ihn reiner zu erhalten, als mit Wärmestoff gebunden oder in Gasgestalt.

Vom Sauerstoffgas.

(Lebensluft, reine Luft, dephlogistisirte Luft, Feuerluft, *Gaz oxigène*).

Es wurde 1774 und 1775 von Priestley und Scheele fast zu gleicher Zeit entdeckt; mit dieser Fntdeckung beginnt die glänzendste Periode in der Chemie, indem Lavoisier die Eigenschaften dieses Gases sehr genau untersuchte und dazu benutzte, um darauf seine antiphlogistische Theorie zu begründen.

Um das Gas rein zu erhalten, scheidet man es aus seinen Verbindungen, und hiezu stehen uns verschiedene Mittel zu Gebote, nämlich: Wärme, Licht, Elektricität, Säuren und Lebenskraft der Pflanzen.

Aus seinen festen Verbindungen mit Metallen erhält man es am leichtesten durch Erwärmen.

Das Verfahren bei den verschiedenen Gewinnungsarten des Sauerstoffs ist folgendes:

1) Aus dem rothen Quecksilberoxyd. Man bringt ein Loth des rothen Quecksilberpräcipitats in eine kleine Glasretorte, welche vermittelst einer angekitteten gekrümmten Glasröhre unter eine mit Wasser angefüllte auf der Brücke der pneumatischen Wanne stehenden Glasglocke reichet, und man erwärmt nun nach und nach bis zum Rothglühen des Retortenbodens. Nachdem die Luft aus dem Gefäſse entwickelt ist, geht reines Sauerstoffgas in die Glocke, und zwar 38 Cubikzoll etwa 0,08 vom Gewichte des angewendeten rothen Präcipitats, wobei fast 0,92 Quecksilber in metallischer Gestalt erscheinen.

2) Aus dem schwarzen Manganoxyd (Braunstein). Man bringt dasselbe als feines Pulver in eine eiserne Retorte und erwärmt diese bis zum Rothglühen. Es kann auch das Manganoxyd in eine Glasretorte gebracht werden, aber alsdann muſs man es mit seinem Gewicht concentrirter Schwefelsäure vermengen. In diesem letztern Falle entwickelt sich, wenn die Schwefelsäure bis zu ihrem Siedepunkt erwärmt wird, schon sehr viel Sauerstoffgas und zwar 0, 18 an Gewicht, was aber nur einen Theil des im Mangan ent-

haltenen Sauerstoffs ausmacht. Die in den beiden Destillirgefäſsen luftdicht verschlossene gekrümmten Röhren werden wie oben beim Quecksilberoxyd angezeigt wurde, unter die Glocke der pneumatischen Wanne geleitet. *)

3) Aus dem chlorsauren Kali; aus diesem erhält man das Sauerstoffgas am reinsten, wenn man das Salz behutsam bis zum Schmelzen in einer Retorte erwärmt; hiebei entwickelt sich 0, 39 seines Gewichts Sauerstoffgas, oder 100 Gran des Salzes liefern 90 Kubikzoll Sauerstoffgas.

4) Aus dem Salpeter. Wenn man Salpeter in einer irdenen Retorte bis zum Glühen erhitzt, so entwickelt sich anfangs reines Sauerstoffgas, aber am Ende der Operation ist es bedeutend mit Stickgas vermengt.

5) Aus den Blättern von *Agave americana* von *Cactus* u. s. w. Wenn man saftreiche frische Blätter dieser Pflanzen unter eine mit Wasser angefüllte Glocke bringt und den Apparat der Sonne aussetzt, so bedecken sich die Blätter bald mit vielen kleinen Gasbläschen, welche sich in dem oberen Theile der Glocke sammeln und sich als Sauerstoffgas verhalten.

Eigenschaften des Sauerstoffgases.

Es ist farbenlos wie die Luft, ohne Geruch und ohne Geschmack. Sein specifisches Gewicht, das der Luft zu 1,000 angenommen, ist = 1,102; hundert Cubikzzoll wiegen beinahe 50 Gran. Die Strahlenbrechung ist geringer als die aller übrigen Gasarten; die der Luft zu 1000 gesetzt, ist die des Sauerstoffs = 0,861. Seine Wärmecapacität ist ge-

*) Das aus Mangan entwickelte Sauerstoffgas ist selten ganz rein, und muſs, um es von den fremden Gasarten zu befreien, mit kaltem Wasser geschüttelt werden; es enthält erstlich kohlensaures Gas, weil das Mangan entweder kohlensauren Kalk oder wenigstens oft Kohle mit sich führt, und dann findet man in den ersten Portionen des entwickelten Sauerstoffgases auch fast immer etwas Chlorgas, vorzüglich dann, wenn die Entwickelung mit Hülfe der concentrirten Schwefelsäure geschieht. Letzteres Gas ist einer Spur von Chlorverbindungen zuzuschreiben, welche oft das in der Natur vorkommende Manganoxyd begleiten.

ringer als die der Luft und mit einem gleichen Vol. Luft verglichen = 0,976.

Das Sauerstoffgas ist das einzige Gas, welches gemeinschaftlich mit dem Chlorgas die Eigenschaft besitzt, durch einen plötzlichen mechanischen Druck zu leuchten; wenn man es daher in einem Cylinder von Krystall vermöge eines Stempels schnell zusammendrückt, so wird im Dunkeln eine Lichterscheinung wahrgenommen, was mit allen übrigen Gasarten, das Chlor ausgenommen, der Fall nicht ist; alle übrigen Gasarten machen beim Druck nur Wärme frei, aber Lichtentwickelung findet nicht statt. Vom Wasser wird es nur in sehr geringer Menge aufgelöst. Der Hauptcharakter des Gases besteht vorzüglich darin, daſs alle Körper, welche in der atmosphärischen Luft nur schwach brennen, in diesem Gas mit einer auſserordentlichen Lebhaftigkeit fortbrennen. Es gibt sogar Körper, welche in der Luft gar nicht brennen oder nur glimmen, hier aber in eine lebhafte Flamme ausbrechen.

Wenn man in eine Glocke mit Sauerstoffgas eine ausgelöschte Wachskerze oder einen Holzspan, welche aber beide noch glimmend sind, taucht, so werden sie sich wieder anzünden, und mit einem sehr hellen Lichte brennen; ebenso brennen ein glimmender Feuerschwamm, oder eine glimmende Kohle in demselben mit lebhafter Flamme. Der Schwefel brennt darin mit einer schönen blauen Flamme, und der Phosphor mit einem für das Auge fast nicht zu ertragenden Lichte, welches der Klarheit und dem Glanze der Sonne sehr nahe kommt. Das Eisen brennt bekanntlich an der Luft nicht, wenn man aber am Ende eines spiralförmig gewundenen Eisendrahts ein glimmendes Stück Schwamm befestigt, und denselben nun in eine mit Sauerstoffgas gefüllte Flasche taucht, so entzündet er sich mit lebhaftem Funkensprühen und wirft einen sternförmigen Strom aus, wobei der Eisendraht, wenn eine hinreichende Menge von Sauerstoffgas vorhanden ist, gänzlich verbrannt werden kann.

Das Gas ist ganz vorzüglich geeignet zum Athmen, und ein Thier, welches sich in einem mit Sauerstoffgas angefüllten Raume befindet, kann viermal länger darin leben als in

einem gleichen Volumen atmosphärischer Luft; aber durch ein lange fortgesetztes Einathmen von reinem Sauerstoffgas wird die Lunge etwas entzündet, weſshalb das Einathmen dieses Gases bei Lungensüchtigen ihren Zustand nur verschlimmern kann.

Ueberhaupt ist dieſs Gas eine wesentliche Bedingung zur Unterhaltung des thierischen Lebens, und kein Thier kann in einer Gasart leben, welche keinen Sauerstoff enthält. Alle Körper, welche in Sauerstoffgas verbrennen, verbinden sich mit dem Sauerstoff und nehmen dadurch so viel an Gewicht zu, als das Gewicht des aufgenommenen Sauerstoffs betrug. Dieſs ist der Verbrennungsproceſs, wovon weiter unten bei den brennbaren Körpern die Rede seyn wird.

Anwendung des Sauerstoffgases.

Zur Analyse verschiedener brennbarer Gasarten. Zu Löthrohrversuchen mit der Weingeistflamme, um eine auſserordentliche Hitze hervorzubringen. Auch wird es zuweilen als Reizmittel für die Lungen bei Belebungsversuchen an Scheintodten angewendet.

B) Brennbare Körper und ihre Verbindungen unter sich.

Unsere Vorfahren schrieben die Brennbarkeit der Körper, wie schon früher angezeigt wurde, einem besonderen in der Natur weit verbreiteten Stoffe, dem Phlogiston, zu. Sie glaubten, daſs wenn ein Körper verbrenne, oder wenn der Act des Verbrennens vor sich gehe, das Phlogiston oder der Brennstoff entweiche, und daſs wenn er einmal aus dem Körper entwichen sey, diese Körper nun zum ferneren Verbrennen untauglich geworden wären. Zu jener Zeit hatte man vom Sauerstoffe gar keine Ahndung, und als Scheele und Lavoisier bald nach der Entdeckung des Sauerstoffgases die noch wichtigere Entdeckung gemacht hatten, daſs die Körper beim Verbrennen gerade so viel an Gewicht zunehmen, als das Gewicht des absorbirten Sauerstoffs beträgt, da gab man die Hypothese von dem Entweichen des Brennstoffs bei dem Verbrennungsprocesse auf, und nahm den

Satz, daſs bei jedem Verbrennungsproceſs eine Vereinigung des Sauerstoffs mit den verbrennenden Körpern statt finde, als erwiesen an.

Unter einem brennbaren Körper verstehen wir einen solchen, welcher die Eigenschaft hat, sich mit dem Sauerstoffe zu verbinden. Geht diese Vereinigung schnell von statten, so geschieht dieſs unter Feuererscheinung d. h. es werden dabei Licht und Wärme frei; bei einem langsamen Verbrennen aber, wie z. B. beim Rosten des Eisens ist diese Entwickelung von Licht und Wärme nicht bemerkbar. Wenn sich also ein Körper mit dem Sauerstoff vereinigt, die Verbindung mag nun schnell oder langsam vor sich gehen, so nennt man diesen Act des Uebertritts den Verbrennungsproceſs.

Nach der Ansicht von Lavoisier wurde die Feuererscheinung beim schnellen Verbrennen oder das Freiwerden von Licht und Wärme bei demselben aus dem Sauerstoff abgeleitet, indem er sich dachte, daſs der im Sauerstoffgas enthaltene Licht- und Wärmestoff dadurch frei würden, und daſs sich der Sauerstoff zu einem fixen Körper condensire. Da es nun aber Fälle gibt, wo während einer solchen Verbindung, eine lebhafte Feuererscheinung statt findet, ohne daſs dabei Sauerstoffgas zugegen ist, wie z. B. bei der Vereinigung des Schwefels mit mehreren Metallen, so muſste Lavoisiers Verbrennungstheorie durch diese Thatsache hinsichtlich der Entwickelung von Licht und Wärme, welche nur dem Sauerstoff zugeschrieben wurde, bedeutend erschüttert werden.

Nach der von Berzelius aufgestellten Verbrennungstheorie ist die beim Verbrennen vorkommende Erscheinung des Lichts aus der Vereinigung der entgegengesetzten Elektricitäten zu erklären; da nämlich der Sauerstoff als der negativste Körper die eine Elektricität enthält, besitzt der brennbare und relativ positivere eine Menge der entgegengesetzten, welche sich beim Uebertritt des Sauerstoffs zum brennbaren Körper, mit der im Sauerstoff enthaltenen Elektricität zu Feuer vereinigt. Bei der schnellen Verbindung des Schwefels mit den Metallen, wenn dabei eine Feuererscheinung statt findet, hat es ganz dieselbe Bewandtniſs.

Nach dieser Ansicht wäre also das Feuer oder das beim Verbrennen oder beim Vereinigen der Körper wahrgenommene Licht nichts Anderes als eine elektrische Erscheinung, welche dadurch entsteht, dafs die positive Elektricität der brennbaren Körper und die negative Elektricität des Sauerstoffs sich mit einander vereinigen.

Das Verbrennen oder der Act der Vereinigung des Sauerstoffs mit einem brennbaren Körper ist mit den Ausdrücken *Oxygenation*, *Oxygenirung*, *Oxydation*, *Oxydirung* belegt worden, wobei der Sauerstoff der oxygenirende und der brennbare Stoff der oxydirbare Körper ist; dagegen belegt man den Act der Trennung des Sauerstoffs von einem Körper mit den Ausdrücken von *Desoxydation* oder *Reduction*.

Da der Sauerstoff das einzige Princip ist, was zum Verbrennen der Körper dienen kann, so sind alle übrigen Körper, welche man aufser dem Sauerstoff in der Natur antrifft, entweder brennbare oder schon verbrannte Körper.

Die einfachen brennbaren nicht metallischen Körper sind von Berzelius Metalloide genannt worden, und diese werden hier nun einzeln nebst ihren Verbindungen unter sich abgehandelt werden.

Metalloide.

1. *Stickstoff. (Azote.)*

Der Stickstoff, Azot oder Nitrogenium ist uns im isolirten Zustande nicht bekannt; am reinsten kommt er mit Wärmestoff verbunden, als Stickgas vor.

Der Stickstoff befindet sich in einigen Pflanzen so wie fast in allen thierischen Stoffen, in der Salpetersäure und im Ammonium, eben so ist er als Gas in der Luft und zu 0,97 in der Schwimmblase der Karpfen enthalten. Das Stickstoffgas (Gaz azote) wurde 1772 von Rutherford entdeckt, einige Jahre später aber von Scheele und Lavoisier genauer untersucht. Man nannte es Azot (von *α* privativo und ζωη, vita), um damit ein Gas anzudeuten, was zur Unterhaltung des Lebens untauglich ist.

Am leichtesten kann man das Gas aus der atmosphärischen Luft durch brennbare Körper abscheiden, weil diese

sich

sich mit dem Sauerstoff schnell verbinden und das Stickgas mehr oder weniger rein zurücklassen. Die verschiedenen dabei angewandten Verfahrungsarten sind folgende:

1) Wenn man eine kleine mit brennendem Weingeist angefüllte Porzellanschale auf dem Wasser schwimmen läfst, und darüber eine leere Glasglocke stellt, so absorbirt der brennende Weingeist den in der Glocke enthaltenen Sauerstoff der Luft, und das Wasser steigt etwa bis auf den fünften Theil der Glocke in die Höhe.

Die Flamme des Weingeistes verlischt indessen gewöhnlich etwas früher, ehe die letzten Procente Sauerstoff absorbirt sind.

2) Bringt man über ein Stück Phosphor, welcher auf einer schwimmenden Porzellanscherbe brennt, eine Glasglocke, so wird die ganze Quantität des Sauerstoffs der Luft absorbirt, und nun bleibt nach dem Schütteln mit Wasser reines Stickgas zurück. Um 50 Cubikzoll Luft zu zerlegen, sind etwa 5 Gran Phosphor hinreichend.

3) Man kann auch das Stickgas rein erhalten, wenn man eine Verbindung aus Blei und Quecksilber (ein flüssiges Bleiamalgam) in eine Flasche mit Luft bringt, sie gut verschliefst und nun einige Stunden schüttelt. Das Blei absorbirt vermöge seines elektrischen Gegensatzes und der feinen Zertheilung allen Sauerstoff aus der Luft. Wird nun die Flasche umgekehrt unter Wasser geöffnet, so tritt dieses bis zu einer gewissen Höhe hinein, und das Stickgas bleibt rein zurück.

Eigenschaften. Es hat keine sehr ausgezeichneten Merkmale, wefshalb es sehr schwer zu erkennen und von andern Gasarten nicht leicht zu unterscheiden ist. Es ist wie die Luft farbenlos, ohne Geruch und ohne Geschmack. Das Stickgas ist etwas leichter als die atmosphärische Luft, sein specifisches Gewicht ist = 0,969. Die Strahlenbrechung ist um etwas beträchtlicher als die der Luft, nämlich = 1,034.

Das Gas kann weder das Verbrennen noch das Athmen unterhalten; es ist indessen nicht positiv schädlich, sondern ein Thier, welches in einem mit Stickgas angefüllten Raume eingschlossen ist, stirbt nur wegen des Mangels an Sauer-

stoffgas. Das Stickgas ist zwar an sich nicht brennbar, dennoch kann es sich nach und nach vermittelst elektrischer Schläge mit dem Sauerstoffgas zu Salpetersäure verbinden, und nur aus diesem Grunde ist es als ein brennbarer Körper betrachtet worden.

Der Stickstoff verbindet sich mit Wasserstoff, von welcher Vereinigung beim Ammonium das Nähere vorkommen, so wie bei der Salpetersäure von seinen Verbindungen mit dem Sauerstoff die Rede seyn wird.

Im Wasser ist es nur sehr wenig auflöslich; es röthet die Lakmustinctur nicht, trübt das Kalkwasser nicht und verändert überhaupt kein Reagens.

Die Frage, ob der Stickstoff wirklich ein einfacher Körper sey, ist noch nicht hinlänglich entschieden. Aus den chemischen Proportionen könnte man zwar bis auf einen gewissen Grad der Wahrscheinlichkeit folgern, daſs der Stickstoff ein zusammengesetzter Körper sey, und daſs er schon etwas Sauerstoff enthalte, daher als ein Suboxyd von Azot betrachtet werden dürfte. Indessen ist diese von Berzelius mit groſser Behutsamkeit aufgestellte Vermuthung, von andern, welche mit einer lebhaften Phantasie begabt sind, als ein vollkommen erwiesener Satz aufgenommen worden.

---

2. *Wasserstoff.* (*Hydrogène.*)

Der Wasserstoff (*Hydrogenium*, *Hydrogène*) ist im Wasser, im Ammonium und in allen Substanzen der organischen Reiche mit Ausnahme der Kleesäure enthalten, und ist demnach einer der am häufigsten vorkommenden Bestandtheile der Erdkörper. Auch wird er in Verbindung mit Schwefel, Chlor, Stickstoff, Jod u. s. w. angetroffen. Im reinsten Zustande kennen wir ihn nur mit Wärme verbunden, als Wasserstoffgas, bekannt unter den Namen: leichtes brennbares Gas, inflammable Luft, Gaz hydrogène *).

Schon lange kannte man dieses Gas im unreinen Zustande, mit Kohle verbunden, wo es vorzüglich in den

*) Von *ὑδωϛ*, aqua und *γεννάω*, genero.

Kohlenbergwerken als brennender Schwaden vorkommt. Obgleich man schon früher einige Kenntnisse von diesem Gas hatte, so wurde es doch erst 1777 von Cavendish rein dargestellt, und genauer untersucht.

Um sich das Wasserstoffgas rein zu verschaffen, muſs es aus seiner Verbindung mit dem Sauerstoff aus dem Wasser getrennt werden, welches am besten durch die Zersetzung des Wassers vermittelst der Voltaischen Säule geschieht, wobei man aber eine zu geringe Menge Gas erhält, als daſs man von diesem Verfahren im Allgemeinen Gebrauch machen könnte.

Man kann sich das Gas in groſsen Quantitäten verschaffen, wenn man den im Wasser enthaltenen Sauerstoff durch leicht oxydirbare Metalle, wie durch Eisen und Zink bindet. Zu dem Ende übergieſst man in einer Flasche 1 Theil Eisenfeile oder granulirtes Zink mit einem Gemeng, bestehend aus 1 Theil concentrirter Schwefelsäure und 3 bis 4 Theilen Wasser; die Flasche wird mit einer gekrümmten Glasröhre verschlossen, deren Ende unter Glocken in der pneumatischen Wanne reicht.

Der Sauerstoff des Wassers tritt hier zu den beiden Metallen über, verwandelt sie in Oxyde, welche sich in der Schwefelsäure auflösen, und in diesen Verbindungen in der Flasche zurückbleiben, der Wasserstoff des Wassers hingegen entwickelt sich als Gas, ohne alle äuſsere Anwendung von Wärme, und tritt in die mit Wasser angefüllten Glocken über. Da Zink und Eisen fast immer Spuren von Kohle enthalten, so bildet sich hier eine geringe Quantität Oel, welches sich im Gas auflöst und letzterem einen unangenehmen Geruch mittheilt. Läſst man das auf diese Weise entwickelte Wasserstoffgas durch Weingeist oder durch eine Kalilauge streichen, so nehmen diese beiden Flüssigkeiten das Oel auf, und das erhaltene Gas ist nun fast geruchlos. Auch kann das Gas nach Döbereiner dadurch vom Oel gereinigt werden, daſs man es 24 Stunden mit frisch ausgeglühten Kohlen in Berührung läſst.

Eigenschaften des reinen Wasserstoffgas: Es ist permanent elastisch, farbenlos und durchsichtig wie die Luft,

ohne Geruch und ohne Geschmack, im Wasser unauflöslich. Es bricht die Lichtstrahlen 6½ Mal stärker als die Luft, oder genauer, das Brechungsvermögen des Wasserstoffgas = 6,614, wenn man das der Luft zu 1,000 annimmt. Dieses Gas ist nicht nur das leichteste unter den Gasarten, sondern auch der leichteste Stoff unter allen Körpern des Erdballs. Es ist etwa 14 Mal leichter als die Luft, und 10,000 Mal leichter als das Wasser. Sein specifisches Gewicht zur Luft ist = 0,068, und 100 Cubikzoll wiegen 2,25 Gran engl.

Das Wasserstoffgas ist nicht fähig das Verbrennen der Körper zu unterhalten; alle brennenden Körper erlöschen augenblicklich, wenn sie in dieses Gas getaucht werden; hingegen ist das Gas selbst brennbar, und entzündet sich bei Berührung der Luft, wenn ein brennender Körper in seine Nähe kommt. Es brennt mit einer weifsen wenig leuchtenden Flamme; die Farbe derselben erscheint aber röthlich, wenn etwas von dem obenerwähnten Oel in dem Gas aufgelöst ist.

Wenn man das Gas aus einem feinen Haarröhrchen streichen läfst, und nun anzündet, so brennt es langsam und ohne viel zu leuchten fort, welches kleine Flämmchen unter dem Namen philosophisches Licht bekannt ist. Um dasselbe zu erhalten, wird Zink mit verdünnter Schwefelsäure in eine Flasche gebracht, welche mittelst eines mit einer feinen Glasröhre versehenen Korkes verschlossen wird; wenn sich das Gas eine Zeit lang entwickelt hat, so kann man es anzünden, was indessen nicht zu früh geschehen darf, damit erst alle Luft aus der Flasche getrieben ist. Hält man über diese kleine Flamme einen trocknen, nicht zu weiten Glascylinder, so hört man bald durchdringende Töne, was man die chemische Harmonika nennt. Man war lange in Ungewifsheit über die Ursache dieser Töne, bis endlich Faraday durch Versuche darzuthun sich bemühte, dafs sie von einem stofsweisen Verbrennen des Wasserstoffgases oder von einer ununterbrochenen Reihe kleiner Verpuffungen herrühre, die so schnell auf einander folgen, dafs dadurch eine schwingende Bewegung der Luft und somit durch

die Vibration des Glases ein zusammenhängender Ton hervorgebracht wird.

Wenn der Ton anfängt, sieht man, daſs sich die Flamme verlängert, gerade so, als wenn sie durch einen schnell aufsteigenden Luftstrom über die Oeffnung der Glasröhre hinausgetrieben würde. Zum Gelingen des Versuches ist es nothwendig, daſs die Oeffnung der Glasröhre, woraus das brennende Gas hervorströmt, sehr fein, und daſs die Entwickelung des Gases selbst sehr schwach sey.

Wenn man das Gas aus einer Blase, welche mit einer dazu geeigneten Röhre versehen ist, in Seifenwasser streichen läſst, so steigen die damit angefüllten Seifenblasen in die Luft empor wegen der groſsen Leichtigkeit der Gasart, und dieser einfache Versuch hat wahrscheinlich die erste Idee dazu gegeben, das Wasserstoffgas zur Aëronautik anzuwenden.

Wird das Wasserstoffgas mit 3 Theilen atmosphärischer Luft, nach dem Volumen, vermengt, so wird, wenn man es durch eine brennende Wachskerze entzündet, das Verbrennen plötzlich durch die ganze Masse verbreitet, und mit einer Explosion vor sich gehen.

Viel heftiger ist die Explosion, wenn man 2 Volumina Wasserstoffgas mit einem Volumen Sauerstoffgas vermengt (ein Gemeng bekannt unter dem Namen Knallluft), und dasselbe durch eine brennende Wachskerze anzündet. Die Explosion in groſsen gläsernen Flaschen zu veranstalten, würde wegen möglicher Zersprengung gefährlich seyn. Läſst man von diesem Gemenge etwas in Seifenwasser streichen, und zündet man die dadurch entstandenen Blasen an, so geht das Verbrennen mit einem sehr heftigen Knall von statten.

Das Wasserstoffgas kann auch, wenn es mit Luft vermengt ist, durch den einfachen elektrischen Funken angezündet werden, wovon uns die Voltaische oder elektrische Pistole ein Beispiel gibt. Die Entzündung dieses Gemenges in einem verschlossenen Gefäſse geht ohne alles Geräusch vor sich, wie im Eudiometer, wovon bei der atmosphärischen Luft die Rede seyn wird.

Endlich kann das Wasserstoffgas, wenn es mit Luft oder mit Sauerstoffgas vermengt ist, noch durch die bloſse

Berührung, und zwar bei einer niedrigen Temperatur durch Platinschwamm, welcher dadurch von selbst glühend wird, angezündet werden, eine interessante Entdeckung, welche wir dem genialen Döbereiner zu verdanken haben. Die Ursache dieses Phänomens ist auf mancherlei Weise erklärt worden.

Döbereiner selbst hat hierüber verschiedene Meinungen aufgestellt, wovon die vorzüglichste ist, dafs der sehr elektronegative Platinschwamm mit dem sehr positiv-elektrischen Wasserstoff eine elektrische Combination bildet, in welcher der Wasserstoff das Zink vertritt, und als positiver Pol nun mehr Neigung erhält, sich mit dem negativen Sauerstoffe zu vereinigen. Die von verschiedenen Chemikern darüber aufgestellten Hypothesen haben aber noch kein völlig befriedigendes Resultat gegeben, und wir müssen gestehen, dafs die Ursache dieser Erscheinungen noch sehr im Dunkeln liegt.

Aufser dem Platin können nach den Versuchen von Dulong und Thenard auch Palladium, Rhodium und Iridium diese Entzündung des Wasserstoffgases hervorbringen.

Das Wasserstoffgas ist nicht geeignet das thierische Leben zu unterhalten; Thiere sterben in dem Gas, aber wohl nur vorzüglich wegen Mangel an Luft. Pilatre de Rozier, Scheele und Davy halten es nicht geradezu für positiv schädlich, indessen berichtet Cardoni, welcher in neuerer Zeit Versuche damit anstellte, dafs, nachdem er 30 Cubikzoll Wasserstoffgas eingeathmet habe, sich bald schweres Athmen und allgemeines Zittern eingestellt, worauf Schwindel, ein Sausen vor den Ohren und starke Hitze erfolgt sey, dafs aber diese Unbehaglichkeiten durch kalte Getränke wieder gehoben worden wären.

Anwendung. Das Wasserstoffgas ist ein sehr gutes Mittel bei eudiometrischen Versuchen, die Quantität des Sauerstoffgases in der Luft zu bestimmen, so wie es auch sehr geeignet ist, den verschiedenen Metalloxyden den Sauerstoff zu nehmen und sie zu reduciren.

Auf der leichten Entzündlichkeit des Wasserstoffgases in der Luft entweder durch den elektrischen Funken oder

durch die von Döbereiner entdeckte Berührung mit Platinschwamm, beruht die Construction der Zündmaschinen oder Feuerzeuge, welche durch den hiesigen Mechanikus Gerzabeck in den von ihm verfertigten elektrischen Zündlampen bedeutend verbessert worden sind.

Wenn comprimirte Knallluft in einem Newmannischen Löthrohr durch ein feines Rohr herausgelassen, und bei ihrem Ausströmen angezündet wird, so bringt diese Flamme eine aufserordentliche Hitze hervor, vermittelst welcher viele bisher für unschmelzbar gehaltene Substanzen geschmolzen werden können.

Ist das Knallgas gehörig comprimirt, und ist die für das Ausströmen bestimmte Röhre sehr fein, so kann die Flamme nicht in den Gasbehälter zurücktreten, vorzüglich dann nicht, wenn man das Gas, ehe es in das Ableitungsrohr tritt, durch Scheiben von feinem Messingdraht streichen läfst, um die etwa zurücktretende Flamme abzukühlen; aber ohne diese Vorsichtsmafsregel könnte sich das Gasgemeng im Behälter entzünden, was eine gefährliche Explosion des Apparats zur Folge haben würde.

Hier mufs noch die Davy'sche Sicherheitslampe erwähnt werden, deren nähere Beschreibung beim Kohlenwasserstoffgas vorkommen wird.

Das geringe specifische Gewicht des Wasserstoffgases hat Veranlassung gegeben, dasselbe bei der Luftschifffahrt anzuwenden. Der Physiker Charles in Paris füllte einen Taffetballon mit Wasserstoffgas, und Pilatre de Rozier und der Marquis d'Arlande waren die ersten, welche in einem solchen Ballon (die Charlière genannt) eine Luftschifffahrt unternahmen.

Um einen Cubikfufs Wasserstoffgas herzustellen, werden erfordert: 6 Unzen Eisenfeile und 6 Unzen concentrirte Schwefelsäure mit der gehörigen Quantität Wasser verdünnt. Ein Ballon von 20 Fufs Durchmesser kann 4190 Cubikfufs Wasserstoffgas fassen. Das Gas, was man durch Einwirkung der Säure auf Nägel erhält, ist nur etwa achtmal leichter als die atmosphärische Luft.

3. Chlor. Chlorine. Chlore*).

Das Chlor kommt in der Natur am häufigsten mit Basen und mit Wasserstoff verbunden als Hydro-Chlorsäure vor, in seinem reinsten Zustande ist es uns nur als Gas bekannt **).

Es wurde von Scheele 1774 bei seinen Versuchen über Mangan entdeckt, und von ihm dephlogistisirte, später von Lavoisier oxydirte und oxygenirte Salzsäure genannt, weil man das Gas damals als eine Verbindung von Sauerstoff mit Salzsäure betrachtete. Allein Gay-Lussac und Thenard machten 1809 eine Reihe von Versuchen, wodurch sie zu dem Schluſs geführt wurden, daſs im Chlor kein Sauerstoff enthalten sey, weil die Kohle und der Phosphor ihm, selbst unter den günstigsten Umständen, keinen Sauerstoff entziehen konnten; hiedurch fanden sie sich bewogen, das Chlor als eine einfache Substanz zu betrachten. Diese Meinung wurde bald darauf von Davy und später, jedoch nur nach und nach und unter vielen Einwendungen und Gegenversuchen, von den meisten Chemikern aller Länder angenommen.

Um das Chlorgas zu erzeugen, bringt man in einen Glaskolben 1 Theil schwarzes feingepulvertes Mangan-Oxyd und 5 Theile dem Gewichte nach concentrirte Hydrochlorsäure (Salzsäure); an dem Kolben wird eine gekrümmte Glasröhre befestigt, welche unter eine mit warmem Wasser oder mit einer Salzauflösung angefüllten Glocke geleitet wird ***). Durch ein schwaches Erwärmen des Kolbens

---

*) Die Benennung Chlor ist entlehnt von χλωρος, gelbgrün, weil das Gas eine gelbgrüne Farbe hat.

**) Davy und Faraday haben zwar ein durch Schwefelsäure entwässertes Chlorgas durch Druck und Abkühlung zu einer dunkelgelben Flüssigkeit condensirt, allein in diesem flüssigen Zustande konnte sie wegen ihrer groſsen Flüchtigkeit bis jetzt nicht hinreichend untersucht werden.

***) Ueber Quecksilber kann man das Gas nicht auffangen, weil es sich mit diesem Metall zu einer festen Verbindung vereinigt.

mit glühenden Kohlen wird die Gasentwickelung vor sich gehen.

Die Theorie von der Erzeugung des Chlorgas ist sehr einfach, und besteht in Folgendem: Die Salzsäure ist aus Wasserstoff und aus Chlor zusammengesetzt, und das Manganoxyd aus Mangan-Metall und sehr vielem Sauerstoff; durch die Berührung und Erwärmung dieser Substanz mit Salzsäure theilt sich die Salzsäure in zwei Theile; der eine Theil wird nämlich zerlegt, indem sich der Wasserstoff mit der Hälfte des im Mangan enthaltenen Sauerstoffs zu Wasser verbindet, wodurch das Chlor der Salzsäure frei wird, und sich als Gas entwickelt; der unzersetzte Theil der Salzsäure verbindet sich hingegen mit dem Manganoxyd, welches die Hälfte von seinem Sauerstoff dadurch verloren hatte, daſs dieser an den Wasserstoff zur Wasserbildung abgegeben wurde, woraus salzsaures Manganoxydul entsteht, welches im Kolben zurückbleibt. Man kann sich diesen Proceſs auch so erklären, daſs die Hydrochlorsäure ganz zersetzt wird, und daſs sich aller Wasserstoff derselben mit allem Sauerstoff des Mangans zu Wasser verbindet, wobei sich das Chlor in 2 Theile theilt, wovon der eine als Gas entweicht, der andere hingegen sich mit dem reducirten Mangan zu Chlormangan vereinigt und im Gefäſs zurückbleibt.

Statt der Salzsäure und des Manganoxyds wendet man auch ein Gemeng aus 3 Theilen Kochsalz und 2 gepulvertem Manganoxyd an, welches mit einem Gemenge von 3 Theilen concentrirter Schwefelsäure und 3 Theilen Wasser übergossen wird.

Eigenschaften. Das reine Gas ist durchsichtig, von einer gelblichgrünen Farbe, von einem eigenthümlich unangenehm reizenden Geruch, woran man es leicht erkennen kann. Der Geschmack ist etwas herbe und zusammenziehend, aber keineswegs sauer. Es kann nicht ohne Gefahr eingeathmet werden, indem es Schnupfen, ein krampfhaftes Asthma und Husten, welcher bis zum Blutspeien und Ersticken gehen, ja sogar den Tod herbeiführen kann, verursacht.

Wenn es mit einer groſsen Menge atmosphärischer Luft vermengt ist, so hat es auf die Gesundheit keine nachtheiligen Folgen. Sein specifisches Gewicht ist = 2,470, und das Strahlenbrechungsvermögen = 2,623.

Wird es plötzlich in einem Glas Cylinder comprimirt, so findet eine Lichterscheinung statt, eben so wie dieſs mit dem Sauerstoffgas der Fall ist.

Das Gas kann das Verbrennen einiger Zündkörper unterhalten, jedoch brennen diese in demselben anders, als in dem Sauerstoffgas. Eine brennende Wachskerze, welche man in das Gas taucht, brennt anfangs mit einer rothen Flamme fort und stöſst dabei einen schwarzen Rauch aus, bald aber erlischt sie. Der geschmolzene Phosphor entzündet sich im Chlorgas und brennt mit einer schwachen weiſsen Flamme. Ebenso brennt darin mit Flamme das bis zum Siedepunct erwärmte Quecksilber. Einige Metalle und Metallsulfuride entzünden sich bei gewöhnlicher Temperatur in dem Gas, als Antimon, Arsenik, roher Spieſsglanz, alle sehr fein gepulvert, auch Terpenthin-Oel etc. Allein Schwefel und Kohle entzünden sich in dem getrockneten Gase nicht.

Wird Chlorgas mit einem gleichen Volumen Wasserstoffgas vermengt, so kann dieſs Gemeng an einem dunkeln Ort mehrere Tage, ohne eine Veränderung zu erleiden, aufbewahrt werden; setzt man aber dieſs Gemeng der beiden Gasarten dem Tageslicht aus, so vereinigen sie sich nach und nach zu Hydrochlorsäure, einem farbenlosen rauchenden Gas, welches den nämlichen Raum einnimmt als die dazu verwendeten Gasarten. Wird aber dieſs eben erwähnte Gemeng aus gleichen Raumtheilen der beiden Gasarten dem directen Einflusse der Sonnenstrahlen ausgesetzt, so entsteht eine heftige Explosion, wobei die Bildung von Hydrochlorsäure vor sich geht. Da die Explosion unmittelbar durch Berührung der Sonnenstrahlen erfolgt, und Gefahrbringend seyn kann, so muſs man bei diesem Versuche das Gefäſs, worin sich das Gemeng befindet, mit einer schwarzen Glocke bedeckt an den Ort, wo es den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden soll, tragen, die schwarze Glocke alsdann abnehmen, und sich schnell entfernen.

Das Gemeng von Chlorgas und Wasserstoffgas explodirt auch im blauen Strahle des prismatischen Farbenbildes, aber nicht im rothen, und eben so wenig im gelben und grünen. Auch findet die Explosion in einer Glocke von violettem, nicht aber von rothem Glase statt. Eben so entzündet sich das Gemeng bei einer Temperatur von 200°, wenn man es durch eine heifse Porzellanröhre streichen läfst; so wie durch eine brennende Wachskerze und durch den elektrischen Funken.

Das Chlor verbindet sich mit dem Stickstoff zu Chlorstickstoff oder Halogen Azot, wenn man einen Strom von Chlorgas in eine nicht völlig gesättigte Auflösung eines Ammoniumsalzes von einer Temperatur zwischen + 4 und 8° R. streichen läfst. Der Chlorstickstoff fällt als ein gelbes Oel zu Boden, welches in zugeschmolzenen Glasröhren mit der Salzauflösung bedeckt aufbewahrt werden mufs. *) Ch + A

Es hat einen eigenthümlichen Geruch und afficirt die Augen schmerzhaft. Sein specifisches Gewicht ist nach Davy = 1,653. Die geringe Affinität, welche unter den beiden Bestandtheilen statt findet, ist Ursache, dafs sie leicht getrennt werden können, und sich schnell, namentlich der Stickstoff in Gas verwandeln, was eine heftige Explosion mit Lichterscheinung und Zerschmetterung der Gefäfse zur Folge hat. Diese Detonation wird durch eine geringe Temperaturerhöhung z. B. durch die Wärme der Hand, so wie auch durch Berührung mit einigen andern Körpern vorzüglich mit Phosphor hervorgebracht.

Diese gefährliche Verbindung wurde 1811 von Dulong entdeckt, wobei er durch Zerschmetterung der Gefäfse ein Auge verlor. Ohne das Gesicht durch ein Drathgitter oder durch eine Glasmaske gesichert zu haben, ist es daher nicht rathsam, mit dieser Verbindung Versuche anzu-

---

*) Ein Theil des Chlorgases verbindet sich hier mit dem einen Bestandtheil des Ammoniums dem Wasserstoff zu Hydrochlorsäure, welche in der Auflösung bleibt, und der andere Theil des Chlors vereinigt sich mit dem anderen Bestandtheil des Ammoniums dem Azote und bildet die gelbe schwere Flüssigkeit das Azotchlorid oder den Chlorstickstoff.

stellen. Nach Davy sind in der explosiven Flüssigkeit 0,91 Chlor enthalten. Porret, Wilson und Kirk sind der Meinung, daſs überdieſs etwa 1 Procent Wasserstoff darin vorhanden seyn dürfte.

Chlorgas und Wasser. Wird feuchtes Chlorgas bis auf + 3 Grad abgekühlt, so verbindet es sich mit dem Wasser zu einer gelben krystallinischen durchscheinenden Masse, welche sich zuweilen auch zu Nadeln und rhombischen Octaëdern gestaltet. Die Masse hat ein specifisches Gewicht von 1, 2, und enthält nach Faraday 27,7 Chlor mit dem Wasser verbunden, ist daher als ein Chlorhydrat zu betrachten.

Läſst man Chlorgas in Wasser von 10° R. streichen, so nimmt das Wasser 1½ seines Volumens auf; das beinahe bis zum Gefrierpunkte abgekühlte Wasser aber kann 2 Volumina Gas auflösen. Das mit Chlorgas gesättigte Wasser (Bleichwasser) setzt im letzteren Falle gelbe Blättchen ab, und nach Absonderung derselben kann es wieder eine neue Portion Gas aufnehmen, wodurch endlich die ganze Flüssigkeit vermöge der Krystallschuppen eine breiartige Consistenz annimmt; nach gelindem Erwärmen verwandelt sich die Masse in das concentrirteste tropfbare Chlor.

Dieſs mit Chlor gesättigte Wasser hat die Farbe so wie den Geruch und den Geschmack des Chlorgases. Wird die Flüssigkeit dem Tageslicht oder gar den Sonnenstrahlen ausgesetzt, so verschwindet bald die gelbe Farbe derselben, indem das Chlor das Wasser zersetzt und sich mit dem Wasserstoff des Wassers zu Hydrochlorsäure verbindet, wobei sich der Sauerstoff des Wassers als Gas entwickelt. Auch das feuchte Chlorgas wird durch die Sonnenstrahlen auf die nämliche Weise zersetzt, aber das getrocknete Gas erleidet davon keine Veränderung. Um das Chlorwasser gegen die nachtheilige Einwirkung des Lichts zu schützen, muſs es an einem dunkeln Orte oder in Flaschen, welche mit schwarzem Papier umgeben und mit Glasstöpseln gut verschlossen sind, aufbewahrt werden. Beim Erwärmen entwickelt sich mit Aufbrausen Chlorgas aus der Flüssigkeit und es bleibt endlich ein beinahe ganz reines Wasser zurück.

Das mit Chlor gesättigte Wasser löst das Gold auf, und zerstört alle organischen Farben, den Indigo und die Cochenille nicht ausgenommen.

Die Beschwerden, welche durch Einathmen von zu viel Chlorgas entstanden sind, können am leichtesten durch das Einathmen von Luft, der etwas Schwefelwasserstoffgas beigemengt ist, gehoben werden, auch durch Ammonium mit vielem Wasser verdünnt innerlich genommen. Nach Kastner soll ein mit Weingeist getränktes Stück Zucker, in den Mund genommen und dazu viel Luft eingeathmet, ein gutes Mittel gegen jene Beschwerden seyn.

Die Verbindungen des Chlors mit Sauerstoff, Wasserstoff und den übrigen brennbaren Körpern werden später vorkommen.

Anwendung. Die grofse dem Chlor eigenthümliche Neigung, sich leicht mit dem Wasserstoff zu verbinden, ist Ursache, dafs es allen organischen Substanzen den Wasserstoff zum Theil entzieht, wodurch sie ihre Farbe verlieren; aus diesem Grunde ist das Chlor, indem es alle Farben zerstört, mit Vortheil zum Schnellbleichen angewendet worden.

Da es auch die feinen in der Luft verbreiteten organischen Substanzen, die Miasmen oder Krankheitsstoffe leicht zerstört, so wird es zu Räucherungen, um die Luft von üblen oder ansteckenden Dünsten zu reinigen, angewendet. Hievon mehr beim Chlorkalk. Als Präservativ gegen ansteckende Krankheiten waschen sich Hospitalärzte mit dem verdünnten Chlorwasser mehreremale im Tage die Hände. Bei verschiedenen Krankheiten wird es innerlich und äufserlich angewendet. Wenn die Auflösung des Chlorgases in Wasser zum innerlichen Gebrauch bestimmt ist, so hat man Sorge zu tragen, es allein und ohne allen Zusatz von organischen Substanzen, als Syrupen, Schleim oder Decocten reichen zu lassen, weil es in Berührung mit organischen Körpern dieselben in kurzer Zeit zersetzt, und sich in Salzsäure verwandelt. Bei obigen Zusätzen organischer Körper wird der Zweck gänzlich verfehlt, und unter solchen Umständen ist keine Wirkung von Chlor zu hoffen.

---

4. Kohlenstoff. (Carbone.)

Der Kohlenstoff, *Carbonium*, *Carbone* kommt im reinen Zustande nur als Diamant vor. Mit andern Körpern verbunden befindet er sich in unermeſslichen Lagern mehr oder weniger tief unter der Erde, und macht einen Bestandtheil aller organischen Substanzen aus.

Der reinste Kohlenstoff oder der Diamant befindet sich in mehreren Gegenden der beiden Indien, besonders in Golconda, Visapur und Brasilien. Auch in Sibirien und zwar in den Uralgebirgen sind nach neueren Nachrichten durch Hrn. v. Humboldt Diamante gefunden worden.

Die mehrsten Diamante sind farbenlos, man findet sie aber auch von gelber, rosenrother, grünlicher Farbe und s. w.; am häufigsten sind sie in Octaëdern krystallisirt.

Der Diamant ist der härteste von allen Körpern; der beste Stahl wird von ihm stark geritzt. Sein specifisches Gewicht = 3,530. Er ist sehr durchsichtig, von einem auſserordentlichen Glanze, der durch Schleifen noch erhöht wird. Er leitet die Elektricität nicht, ist aber ein guter Wärmeleiter, weſshalb er beim Anfühlen kälter ist, als Glas und Quarz; er absorbirt das Sonnenlicht und wird dadurch phosphorescirend.

Unter allen durchsichtigen festen Körpern bricht der Diamant das Licht am stärksten, und zerstreut es am meisten in seine Farben, in welchem schönen Farbenspiel, verbunden mit seinem eigenthümlichen Glanz, das sogenannte Feuer des Diamants besteht. Das Lichtbrechungsvermögen der Luft zu 1,000 angenommen, ist das des Diamants = 3,196. Durch das starke Brechungsvermögen des Lichts wurde schon Newton auf die Vermuthung geleitet, daſs er ein brennbarer Körper seyn müsse. Durch Versuche der Akademie zu Florenz wurde die von Newton aufgestellte Vermuthung zur Wahrscheinlichkeit erhoben, indem man fand, daſs der Diamant im Brennpunkte eines groſsen Brennspiegels verschwinde. Lavoisier aber entdeckte später, daſs der Diamant beim Verbrennen in Sauerstoffgas Kohlensäure erzeuge, was von Tennant, Guyton

Morveau, Allen, Pepys und Davy bestätigt wurde, und daſs dieſs Verbrennen von Statten gehe, ohne einen Rückstand zu hinterlassen, aus welchen Gründen, da die Kohle beim Verbrennen das nämliche Gas liefert, man den Schluſs ziehen zu können glaubte, der Diamant sey der reinste Kohlenstoff; allerdings ein auffallendes Resultat, wogegen sich aber nicht der geringste Zweifel erheben läſst. *)

In den übrigen theils in der Natur vorkommenden theils durch Kunst erzeugten Kohlenarten ist der Kohlenstoff mit Wasserstoff oder Stickstoff und häufig noch mit feuerbeständigen Körpern verbunden, welche letztere nach dem Verbrennen als Asche zurückbleiben.

Die vorzüglichsten derselben sind:

a) der Graphit oder das Reisblei (*Plumbago*) ist schwer verbrennlich und enthält sehr oft Eisen, welches jedoch mit der Kohle nicht chemisch gebunden, sondern nach Karsten und Sefström nur zufällig damit vermengt zu seyn scheint. Wird häufig zu Bleistiften und Schmelztiegeln verwendet.

b) Kohlenblende. *Anthracolit*, eine fossile Kohle, auch schwer verbrennlich; hinterläſst 0,08 Asche, bestehend aus Alaunerde und Eisenoxyd.

c) Die Steinkohle, enthält eine groſse Menge Bitumen oder Erdharz, welches durch Erhitzen in verschlossenen Gefäſsen, als Theer, Kohlenwasserstoffgas u. s. w. davon getrieben werden kann. Der poröse Rückstand wird Coakes genannt.

---

*) Cognart-Delatour und Gannal in Paris bemühten sich, den Diamant künstlich herzustellen, und zwar durch die Einwirkung des Phosphors und der Voltaischen Säule auf Schwefelkohle. Cognart-Delatour hat auch künstlich bereitete Diamante dem Institut vorgelegt, ohne sein Verfahren dabei genau anzugeben. Die so bereiteten Krystalle wurden sogar von einem Juwelier für Diamante anerkannt. Allein der von der chemischen Section des Instituts über diesen Gegenstand gemachte Bericht erklärte, daſs die erhaltenen Resultate auf Täuschungen beruhten, und daſs die vorgeblichen Diamante Quarzkrystalle seyen.

d) Die Holzkohle, wird erhalten, wenn man alle flüchtigen Theile aus dem Holze durch Hitze austreibt. Die dichte Kohle aus hartem Holz gibt mehr Hitze als die leichtere Kohle aus den weichen Holzarten. Sie enthält immer noch etwas Wasserstoff gebunden; ebenso die Kohle aus gut ausgekochtem Korkholz und aus ausgekochtem isländischem Moos. Eine Pflanzenkohle, welche nach dem Verbrennen keine Asche zurückläſst, ist der scharf ausgeglühte Lampen- oder Kienruſs, oder die Kohle, welche sich absetzt, wenn Dämpfe von ätherischen Oelen in glühende Porzellanröhren geleitet werden.

e) Die thierische Kohle behält selten die Form des zum Verbrennen angewendeten Körpers. Sie hat oft, da sie sich durch fremde ihr beigemengte Körper zum Theil scheinbar verglast einen metallischen Glanz und enthält Stickstoff, zuweilen auch Posphor.

Die Kohle ist schwarz, undurchsichtig, porös, leicht, zerreiblich, ohne Geruch und ohne Geschmack, unauflöslich in Wasser und eine der feuerbeständigsten Substanzen, die es gibt. Wird sie in verschlossenen Gefäſsen der heftigsten Weiſsglühhitze ausgesetzt, so erweicht sie sich nicht, und verliert auch nichts von ihrem Gewicht. Durch ein lange anhaltendes Glühen wird sie so hart, daſs sie Glas zu ritzen im Stande ist, und sich also in dieser Hinsicht dem Diamant nähert.

Die Kohle verbindet sich mit dem Sauerstoff in zwei Verhältnissen zu einem Oxyd und zu einer Säure; von letzterer wird bei der Kohlensäure die Rede seyn.

Kohlenoxydgas.

Dieses Gas wurde von Priestley und von Cruikshang entdeckt, aber von Berthollet irrig für Kohlenwasserstoffgas gehalten.

Man erhält es entweder, wenn Eisen- oder Zinkoxyd mit einer gröſseren Quantität zuvor ausgeglühten Kohlenpulvers als zur Reduction erforderlich ist, in einer irdenen Retorte geglüht wird, oder wenn man drei Theile Marmor mit

mit einem Theil Kohlenpulver glüht. Das mit übergehende kohlensaure Gas kann durch Waschen mit Kalkwasser leicht davon getrennt werden.

Um es ganz rein zu erhalten, erwärmt man in einem Kolben 1 Theil gepulvertes Kleesalz mit 5 Theilen concentrirter Schwefelsäure. Es entwickeln sich gleiche Vol. kohlensaures und Kohlenoxydgas; wenn ersteres durch Kali absorbirt ist, bleibt letzteres ganz rein zurück. Die Schwefelsäure bemächtigt sich des Wassers und des Kali's, und die trockne Kleesäure wird in die beiden ebengenannten Gasarten zersetzt.

Das Gas ist farbenlos ohne Geruch und ohne Geschmack. Specifisch Gewicht 0,972. Im Wasser ist es nur sehr wenig auflöslich. Es ist entzündlich und brennt an der Luft mit einer schönen hellblauen Flamme. Werden 100 Volumina dieses Gases mit 50 Vol. Sauerstoffgas vermengt und angezündet, so bilden sich gerade 100 Vol. kohlensaures Gas.

Es erzeugt sich auch beim Verbrennen der Kohlen, wenn diese nur einen schwachen Luftzug haben, was an der kleinen blauen Flamme wahrzunehmen ist, welche sich über brennenden Kohlen zeigt.

Eingeathmet erregt es Schwindel und Besinnungslosigkeit; kleine Thiere sterben augenblicklich in demselben. Dennoch sind die gefährlichen Wirkungen des Kohlendampfes wohl nicht allein diesem Gas zuzuschreiben; denn beim schwachen Verbrennen der Kohlen scheint sich eben so wie bei der Verwesung organischer Stoffe, durch eine mehrfache Verbindung von Kohle, ein *Miasma* zu bilden, welches eingeathmet Schwindel und Tod herbeiführen kann.

Kohle	1	Atom	6	—	42,9,
Sauerstoff	1	—	8	—	57,1
			14	—	100,0.

Wird das getrocknete Gas mit gleichen Raumtheilen trockenen Chlorgases vermengt und der Sonne ausgesetzt, so vereinigen und verdichten sich die zwei Gasarten auf das halbe Volumen, woraus nach John Davy das Phosgengas (durch Lichterzeugtes Gas) entsteht.

Das Phosgengas ist farbenlos, von starkem unangenehmem Geruch; raucht nicht an der Luft. Specifisch Gewicht = 3,669. Brechungsvermögen 3,936. In Alkohol löst es sich etwas auf. Das Wasser wird davon zersetzt, wobei sich Hydrochlorsäure und Kohlensäure bilden. Das feuchte Lakmuspapier wird davon geröthet. Einige Metalle als Zinn, Antimon und Zink, welche damit erhitzt werden, verwandeln sich in Chlormetalle und das Kohlenoxydgas wird frei.

Kohlenoxydgas	1	Atom	14	—	28,34,
Chlor	1	—	35,4	—	71,66
			49,4	—	100,0.

Kohle mit Stickstoff oder Kohlenstickstoff, Cyan, Cyanogène,) Blaustoff.*

Eine Verbindung, welche 1814 von Gay-Lussac entdeckt wurde. Sie läfst sich nicht direct herstellen, sondern findet nur statt, wenn die beiden Stoffe aus einer festen Verbindung frei werden.

Wenn z. B. thierische Stickstoffkohle mit Kali geglüht wird, so vereinigt sich die Kohle mit dem Stickstoff, und diese Verbindung tritt nun zum Kali über.

Man extrahirt das Cyan am leichtesten aus dem Cyan-Quecksilber, welches man in einer Retorte erhitzt, wobei das Cyan als Gas entwickelt und unter Glocken mit Quecksilber aufgefangen wird.

Das Gas ist farbenlos von einem eigenthümlichen durchdringenden Geruch, und hat ein specifisches Gewicht von 1,806. Es brennt mit einer purpurrothen Flamme, wobei sich Kohlensäure bildet und Stickgas frei wird. Wenn man es durch glühendes Kupferoxyd leitet, so zersetzt es sich in 2 Vol. kohlensaures Gas und 1 Vol. Stickgas. Durch einen Druck von 4 Atmosphären wird es nach Faraday in eine Flüssigkeit verwandelt, welche ein specifisches Gewicht von 0,9 hat. Da es in dem 4ten Theil seines Volumens wasserauflöslich ist, so mufs es über Quecksilber aufgefangen werden. Seine Auflösung in Wasser wird an

*) Von κυανος, blau, weil es einen Bestandtheil des Berlinerblau ausmacht.

der Sonne braun, wobei sich Ammonium und Blausäure bilden.

Es verbindet sich mit Chlor, Jod, Schwefel, so wie mit Wasserstoff und Sauerstoff zu Säuren, wovon bei der Blausäure die Rede seyn wird.

Kohle und Wasserstoff. Obgleich die scharf ausgeglühte Kohle immer noch Wasserstoff chemisch gebunden zurückhält, so kann sie sich doch mit dem Wasserstoff in zwei constanten Verhältnissen vereinigen, welche beide Verbindungen permanente Gasarten darstellen, nämlich:

1) Protokohlenwasserstoffgas mit der geringerern Menge Kohle, *Gaz hydrogène protocarboné*, ist bekannt unter dem Namen von schwerer brennbarer Luft. Es entweicht aus den Sümpfen, Morästen und stehenden Wassern, als Sumpfluft, wo es durch Zerstörung organischer Substanzen gebildet wird; kommt vor in Kohlenbergwerken als feurige böse Schwaden oder schlagende Wetter *); strömt aus der Erde am Zugo in Siebenbürgen und am Fuſs der Apenninen zu Velleja, Pietra-Mala und Barigazzo. Auch das natürliche Feuer der Schlamm-Vulcane bei Girgenti und zu Macaluba in Sicilien, deren Flammen zum Brennen des Kalkes und der Töpferwaaren benutzt werden, rührt von diesem Gas her. Es wird zwar auch beim Erhitzen des Holzes und der meisten organischen Stoffe, so wie bei der Einwirkung verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure auf Guſseisen gebildet, ist aber in diesem Falle nie ganz rein.

*) In den Steinkohlengruben befindet es sich comprimirt in Klüften eingeschlossen. Wenn nun die Klüfte beim Arbeiten losgehauen werden, so strömt das Gas hervor und vermengt sich mit der Luft. Obgleich es nun mit Luft gemengt, an sich nicht positiv schädlich ist, so entzündet es sich doch, wenn es in hinreichender Menge vorkommt, endlich an den Lampen mit Explosion, wodurch die Bergleute oft getödtet werden.

Davy hat die von Clanny und Holmy erfundene Sicherheitslampe sehr verbessert und allgemein eingeführt, durch deren Gebrauch dergleichen Unglücksfälle abgewendet werden können. Sie besteht darin, daſs das Licht mit einem dichten Metallgeflechte umgeben ist, und beruht auf dem

8 *

Am reinsten kann man es erhalten, wenn man in Sümpfen Flaschen mit Wasser umstürzt, an deren Oeffnung ein weiter Trichter befestigt ist. Durch Aufrühren des Bodens steigen die Gasblasen in den Trichter und treten in die Flasche. Da es etwas kohlensaures Gas enthält, so kann es davon vermittelst Schütteln mit Kalkwasser befreit werden.

Eigenschaften. Das Gas ist farbenlos, von einem unangenehmen Geruch, schwerer als Wasserstoffgas und leichter als Luft. Specifisch Gewicht zur Luft = 0,559. Sein Lichtbrechungsvermögen = 2,092. Es brennt mit einer gelblichen wenig leuchtenden Flamme, wobei Kohlensäure und Wasser gebildet werden. Zum völligen Verbrennen erfordern 100 Volumina gerade 200 Vol. Sauerstoffgas, und es werden dabei 100 Vol. kohlensaures Gas und etwas Wasser gebildet, nach welchem Resultate es aus 75,38 Kohle und aus 24,62 Wasserstoff besteht.

Durch ein anhaltendes Durchströmen von elektrischen Schlägen wird es zerlegt, wobei sich Kohle absetzt, und ein doppeltes Volumen von reinem Wasserstoffgas zurückbleibt. Dieses Absetzen von Kohle kann auch dadurch bewerkstelligt werden, dafs man es oft durch ein glühendes Porcellanrohr streichen läfst. Es ist schwer auflöslich in Wasser, und erfordert dazu von letzterem etwa 27 Vol.

2) Deutokohlenwasserstoffgas mit der gröfseren oder doppelten Menge Kohle.

Erfahrungssatze, dafs sich Gemenge aus brennbaren Gasarten und Sauerstoffgas in engen Metallröhren nicht entzünden, weil sich die Metallflächen zu schnell abkühlen, und folglich der Flamme keinen Durchgang gestatten. Wenn sich nun eine hinreichende Menge brennbares Gas in den Gruben angehäuft hat, so entsteht zwar innerhalb des Drahtgeflechtes eine Explosion durch Verbrennung des Gases, allein das brennende Gas wird vom Metalldraht so abgekühlt, dafs die Entzündung aufserhalb des Geflechtes nicht mitgetheilt werden kann. Durch die Verpuffung im Drahtgitter werden die Arbeiter auf die ihnen drohende Gefahr aufmerksam gemacht, und verlassen schleunig den Ort, welcher durch Luftzüge gereinigt werden mufs.

Gas hydrogène deutocarboné. Oelbildendes Gas.

Dieses Gas wurde 1796 von den holländischen Chemikern einer genauen Prüfung unterworfen. Es wird in der Natur nicht angetroffen, sondern ist stets ein Product der Kunst.

Man erhält dasselbe durch Erhitzung von Steinkohlen, Harzen, fetten Oelen u. s. w. in verschlossenen Gefäfsen oder durch Erwärmen eines Gemenges von 4 Theilen concentrirter Schwefelsäure und 1 Theil Alkohol. Das im letzten Falle entwickelte Gas, kann durch Schütteln mit Wasser von der mit übergehenden schwefelichten Säure befreit werden.

Eigenschaften. Es ist farbenlos und von einem unangenehmen Geruch, beinahe so schwer als Luft, oder genauer, das specifische Gewicht = 0,985, und 100 Cubikzoll wiegen nach Davy 29 Gran engl., und sein Vermögen das Licht zu brechen ist gleich 1,818.

Es brennt mit einer sehr lebhaften und viel helleren Flamme als Lampen- oder Kerzenlicht, und es ist höchst wahrscheinlich, dafs alle Lampen- und Kerzenlichter ihre leuchtende Flamme diesem Gas zu verdanken haben. Durch anhaltende elektrische Funken, so wie durch eine hohe Temperatur wird es auf die nämliche Weise zerlegt wie das Protokohlenwasserstoffgas.

Wird es mit 3 Raumtheilen Sauerstoffgas vermengt, und alsdann angezündet, so zersetzt es sich gänzlich mit einer heftigen Explosion, wobei zwei Raumtheile kohlensaures Gas und etwas Wasser gebildet werden, woraus sich abnehmen läfst, dafs es aus 14,16 Wasserstoff und aus 85,84 Kohlenstoff besteht. 100 Cubikzoll Wasser können 15,3 Cubikzoll dieses Gases auflösen.

Ein ganz charakteristisches Kenntzeichen dieses Gases ist die schnelle Veränderung, welche es durch Chlorgas erleidet; so wie es mit Chlorgas vermengt wird, verbindet es sich mit demselben, und verdichtet sich zu einer gelben ölartigen Flüssigkeit von einem süfsen aromatischen Geschmack und von einem ätherartigen Geruch. Das specifische Gewicht dieser Flüssigkeit ist 1,22; sie geräth bei + 66° ins Kochen, und besteht aus gleichen Raum-

Wege ein Kohlenprochlorid und ein Kohlenperchlorid darstellen kann.

1) Das Kohlenperchlorid kann bereitet werden, wenn man Chloräther in ein Gefäfs mit Chlorgas bringt, und es den Sonnenstrahlen aussetzt. Das Chlorgas wird sich bald mit dem Wasserstoff des Chloräthers zu Hydrochlorsäure verbinden, welche durch Wasser aufgelöst werden kann; es bleibt alsdann das Chlor des Aethers mit der Kohle, welche ebenfalls in dem Aether enthalten war, zurück, und stellt nun, wenn aller Wasserstoff aus dem Aether durch das Chlorgas geschieden ist, den Chlorkohlenstoff im Maximum von Chlorgehalt dar. Die durch Sublimation oder durch Auflösen im Alkohol gereinigte Verbindung, ist eine farbenlose durchsichtige Masse in dentritischen oder prismatischen leicht zerreiblichen Krystallen. Sie hat einen schwachen Geschmack, aber einen aromatischen kampferähnlichen Geruch. Sie ist beinahe zweimal schwerer als Wasser, bricht das Licht stärker als Flintglas, schmilzt bei + 128° R., und kocht bei + 146° R. In Wasser ist sie unauflöslich, löst sich aber sehr gut in Alkohol, Aether und in den Oelen auf.

Kohle	1	Atom	6	10,15
Chlor	1½	—	53,1	89,85.
			59,1	100.

2) Das Kohlenprochlorid wird erhalten, wenn man das Perchlorid in eine glühende Porzellanröhre, welche mit Porzellanstücken angefüllt ist, streichen läfst, wobei sich Chlorgas entwickelt, und in der angelegten Vorlage sammelt sich die Verbindung, welche durch wiederholte Destillationen gereinigt werden kann. Sie ist eine farbenlose durchsichtige Flüssigkeit. Specifisch Gewicht 1,552; leitet nicht die Elektricität, verbrennt in der Flamme des Alkohols mit hellgelbem Lichte, bleibt bei — 15° R. noch flüssig, und verwandelt sich in Dämpfe bei + 60° R., löst sich in Wasser nicht auf, wohl aber in Weingeist und Aether.

Kohle	1	Atom	6	14,5
Chlor	1	—	35,4	85,5
			41,4	100.

Julin in Abo hat eine dritte sublimirbare Verbindung angegeben, worin die Kohle mit noch weniger Chlor verbunden seyn soll, als in den beiden ersten Fällen.

Die gut ausgebrannte Kohle hat zwei sehr interessante Eigenschaften, nämlich:

1) Verschiedene Gasarten zu absorbiren und sie in ihren Poren zu verdichten.
2) Aus Flüssigkeiten verschiedene darin aufgelöste Stoffe aufzunehmen.

Ad 1) Die Absorption der Gasarten durch Kohle war zwar schon von Morozzo, Fontana, Rouppe und Norden wahrgenommen worden, allein Theodor Saussure hat diese Versuche sehr erweitert, und gezeigt, dafs alle porösen Körper Gasarten aufzunehmen und sie zu verdichten im Stande sind. Er hat gefunden, dafs diese Absorption abhängig ist:

1) von der Temperatur, wozu die niedrige am günstigsten ist; bei der Temperatur des kochenden Wassers kann die Kohle keine Gasarten aufnehmen.
2) Vom Druck der Atmosphäre; wenn der Druck beträchtlich ist, so können die Gasarten in grofser Menge absorbirt werden; bei einem schwachen Druck hingegen hört diese Eigenschaft ganz auf.
3) Von der Natur der Gasarten; einige Gasarten werden in viel gröfserer Menge von der Kohle aufgenommen als andere. Siehe hierüber die Tabelle zur Vorlesung.
4) Von der Natur des porösen Körpers; die Kohle verdichtet z. B. mehr Stickgas als Wasserstoffgas, wo das Holz hingegen, mehr Wasserstoffgas als Stickgas absorbirt.
5) Von der Zahl der Poren; da durch das Pulverisiren der Körper die Poren vermindert werden, so folgt hieraus, dafs fein gepulverte Kohle viel weniger Gas absorbirt, als die Kohle in gröfseren Stücken.
6) Vom Durchmesser der Poren; die Kohlen, welche Poren von einem sehr grofsen Durchmesser haben, wie die leichte Kohle aus Korkholz, absorbiren viel weniger Gas, als die dichtere Kohle aus Tannenholz.

7) Vom leeren Raume der Poren; wenn die Luft aus den Kohlen durch Wärme ausgetrieben ist, so verdichten sie viel mehr Gas, als im entgegengesetzten Fall.

Alle Gasarten werden unter einer schwachen Entwickelung von Wärme verdichtet, und einige werden sogar durch das Verdichten zersetzt, wie diefs nach Thenard mit dem oxydirten Stickgas und mit dem Schwefelwasserstoffgas der Fall ist.

Werden die Kohlen, welche Gasarten verdichtet haben, unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht, so verlieren sie das Gas wieder, und es entsteht dabei Kälte. Auch durch Benetzen mit Wasser lassen sie die aufgenommenen Gasarten zum Theil wieder fahren. Im Allgemeinen scheint es doch, dafs die Action der Kohle auf Gasarten nur als eine mechanische betrachtet werden dürfte.

Ad 2) Die frisch ausgeglühte Kohle in gröblichem Pulver angewendet, hat die Eigenschaft aus Flüssigkeiten verschiedene Stoffe aufzunehmen, wodurch sie Farbe, Geruch und Geschmack verlieren, eine Entdeckung, welche 1792 von Lowitz in Petersburg gemacht wurde. Figuier in Montpellier fand, dafs die thierische Kohle in dieser Beziehung der vegetabilischen vorzuziehen sey, und man glaubte, dafs der Stickstoff hier thätig mitwirke. Vorzüglich brauchbar zeigte sich zum Entfärben der Flüssigkeiten diejenige Kohle, welche bei Bereitung des Blutlaugensalzes, durch Glühen thierischer Substanzen mit Kali gewonnen wird. Durch eine Reihe von Versuchen bemühten sich Bussy so wie Desfosses und Payen darzuthun, dafs der Stickstoff hieran keinen Antheil habe, sondern dafs die fremden theils erdigen Stoffe, welche in den thierischen Substanzen enthalten oder ihnen beigemengt sind, der zu bildenden Kohle mehr Porosität ertheilen, und sie dadurch geeigneter machen, organische Materien aufzunehmen, was mit der mehr compacten, zum Theil verglasten thierischen Kohle in dem Grade nicht statt finden kann.

Wenn man eine durch Kali neutralisirte Indigo-Auflösung, ein Fernambuc- oder Blauholz-Decoct mit thierischer Kohle aufkocht, so werden dieselben gänzlich entfärbt. Die

ebengenannten Farben werden zwar dadurch nicht zerstört, wie man ehemals glaubte, werden aber mit der Kohle zu einer in kochendem Wasser unauflöslichen chemischen Verbindung. Behandelt man nun die Kohlen mit einer Kalilauge, so werden dadurch die Farben aus der Kohle wieder abgeschieden, und kommen ganz unverändert wieder zum Vorschein.

Die Entfärbungsfähigkeit der Kohle hängt also vorzüglich davon ab, daſs sie fremde, theils erdige Stoffe in sich enthält, wodurch die Theilchen der Kohle mehr von einander entfernt gehalten werden. Wenn man demnach vegetabilische, fein zertheilte Stoffe vor dem Verkohlen mit weiſsgebrannten Knochen, mit Bimstein, Kreide oder Feuerstein, alle in gepulvertem Zustande oder mit Kali vermengt, und dann in verschlossenen Gefäſsen glüht, so entsteht hieraus eine Kohle, welche an Entfärbungsvermögen der thierischen Kohle beinahe gleich ist.

Dieser Porosität der Kohle ungeachtet scheint sie doch auch chemisch auf die Pigmente und Riechstoffe zu wirken.

Anwendung der Kohle.

Der Diamant wird wegen seines groſsen Glanzes und seines Lichtzerstreuungs - Vermögens als Schmuck gesucht. Hinsichtlich seiner Härte wird er angewendet, um harte Körper damit zu ritzen und Glas zu schneiden.

Der Nutzen der gewöhnlichen Kohle ist sehr mannichfaltig. Sie dient als Brennmaterial und um im Hüttenwesen die Metalloxyde zu reduciren, mit Schwefel und Salpeter gemengt zur Bereitung des Schieſspulvers; mit fetten Oelen stellt sie als Kienruſs die Buchdruckerschwärze und die lithographische Dinte dar. In der Malerei leistet sie wichtige Dienste zu schwarzen dauerhaften Farben. In kleiner Quantität mit dem Eisen verbunden, bildet sie den Stahl, und mit wenig Eisen stellt sie die Bleistifte dar.

Sie ist ein vortreffliches Antisepticum. Fleisch und thierische Körper, welche mit Kohlenpulver umgeben sind, können mehrere Monate gegen Verwesung gesichert werden. Das Wasser wird dadurch gegen Fäulniſs bewahrt, und ein stehendes Wasser, welches einen unangenehmen Geruch

und Geschmack angenommen hat, kann durch frisch gebrannte Kohle wieder trinkbar gemacht werden. Sie wird endlich auch als Entfuselungsmittel für Branntwein, als Klärungs- und Entfärbungsmittel in den Zuckersiedereien und wegen ihrer Härte und antiseptichen Eigenschaft als Zahnpulver angewandt.

Die Kohle ist unzerstörbar durch Wasser und Luft. Aus dem Grunde verkohlt man Pfähle, welche in die Erde gesenkt werden, oder als Gränzpfähle dienen sollen, um sie nach vielen Jahren unverändert wieder zu erkennen.

Als Beleg zu dem langen Widerstande der Kohle gegen Fäulnifs kann folgendes Beispiel dienen. In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurden zugespitzte Pfähle in der Themse an der Stelle gefunden, von welcher Tacitus anführt, dafs die Britten daselbst Pfähle eingerammelt hätten, um Julius Cäsar zu verhindern, mit der Armee über die Fuhrt zu gehen. Alle vorgefundenen Pfähle waren bis zu einer beträchtlichen Tiefe verkohlt und so fest geworden, dafs man daraus Messerschalen verfertigte, welche als Alterthümer sehr geschätzt werden.

---

5. *Boron. Boracium. Bore.*

Die brennbare Grundlage der Boraxsäure, Boron genannt, wurde 1809 von Davy und fast zu gleicher Zeit von Gay-Lusac und Thenard entdeckt. Sie wird nur in der Boraxsäure an Sauerstoff gebunden angetroffen.

Um sich das Boron zu verschaffen, vermengt man verglaste fein gepulverte Boraxsäure mit ihrem Gewichte zerschnittenen Kaliums, etwa 15 Gran von jeder Substanz; man bringt das Gemenge in einen kleinen Cylinder von Eisen, Kupfer oder Platin, welcher mit einer pneumatischen Röhre verbunden ist, worauf er alsdann einige Minuten der Rothglühhitze ausgesetzt wird. Bei dieser Temperatur verbindet sich das Kalium mit dem Sauerstoff der Boraxsäure zu Kaliumoxyd, welches durch kochendes Wasser und sehr verdünnte Salzsäure weggewaschen werden kann. Die hinreichend ausgekochte, auf dem Filtrum zurückbleibende Substanz ist das Boron.

Eigenschaften. Nach gehörigem Austrocknen stellt es ein dunkelbräunliches, etwas ins Grüne ziehendes Pulver dar. Es ist ohne Geruch und ohne Geschmack; ritzt das Glas nicht; ist bei der heftigsten Weifsglühhitze unschmelzbar und läfst sich nicht verflüchtigen; leitet die Elektricität nicht und sinkt in concentrirter Schwefelsäure schnell zu Boden, wenn es zuvor bei abgehaltenem Luftzutritt der Weifsglühhitze ausgesetzt war. Durch ein heftiges Weifsglühen wird es nämlich dichter, schrumpft mehr zusammen und nimmt dadurch eine dunklere Farbe an.

Noch vor dem Glühen an der Luft, verglimmt es mit einem röthlichen Feuer und wirft Funken. Wird es in einem Platintiegel geglüht und alsdann eine Glocke mit Sauerstoffgas darüber gestellt, so verbrennt es mit einer starken Hitze und zeigt an der Oberfläche eine schwach-grünliche Flamme, wobei sich, so wie beim Verbrennen an der Luft, Boraxsäure bildet, welche durch Weingeist oder Wasser von dem noch unverbrannten Boron getrennt werden kann. Auch kann es durch Kochen mit Salpetersäure in Boraxsäure umgewandelt werden. Ist das Boron frisch bereitet und noch nicht geglüht worden, so löst es sich nach Berzelius etwas in Wasser auf und theilt ihm eine grünlichgelbe Farbe mit. Säuren und Salze, welche in die Auflösung gebracht werden, scheiden das Boron aus. Wird die wässerige Auflösung des Borons abgedampft, so bleibt ein grünlichgelber Ueberzug zurück, welcher sich nun in Wasser nicht ganz wieder auflöst.

Obgleich Davy die Darstellung eines Boron-Wasserstoffgases angibt, so ist die Verbindung des Borons mit Wasserstoff, nach den Versuchen von L. Gmelin, immer noch problematisch.

Mit Chlor verbindet sich indessen das Boron nach Berzelius auf directem Wege. Das frischbereitete und gehörig getrocknete Boron entzündet sich im trockenen Chlorgas und brennt darin mit Lebhaftigkeit. Aus dieser Verbindung entsteht ein farbenloses Gas, welches durch Schütteln mit Quecksilber von dem überflüssigen Chlorgas befreit werden kann. Das Gas erregt an der Luft weifse Dämpfe und

löst sich in Wasser auf, allein alsdann zersetzt es das Wasser, wodurch Boraxsäure und Hydrochlorsäure erzeugt werden. Die Verbindung des Borons mit Fluor wird bei der Flufssäure vorkommen.

---

6. *Phosphor.*

Der Phosphor, Lichtträger, Phosphore, wurde 1669 zufällig von Brandt in Hamburg entdeckt. Kunkel erhielt ihn bald darauf, ohne das Verfahren Brandt's genau zu kennen, aus Urin. Kurz darauf, nachdem Gahn gezeigt hatte, dafs in den Knochen Phosphorsäure enthalten sey, lehrte Scheele den Phosphor aus den Knochen zu extrahiren, ein Verfahren, welches bis auf den heutigen Tag noch angewendet wird.

Der Phosphor wird als Phosphorsäure in verschiedenen Mineralien und Pflanzen, mit Basen verbunden, angetroffen; vorzüglich ist die Säure mit Kalk im Skelett der Thiere enthalten und bildet die Knochen. Man findet ihn auch, obgleich in geringer Menge und ohne mit Sauerstoff verbunden zu seyn, in einigen animalischen Stoffen, wie in der Milch der Fische, im Gehirn, in den Nerven und nach L. Gmelin im Speichel der Menschen mit einem fetten Oele vereinigt etc.

Darstellung. In frühern Zeiten wurde der verfaulte Menschenharn abgedampft, und dann der Rückstand in einer Retorte heftig geglüht, wo nur das im Harn enthaltene phosphorsaure Ammonium dazu diente, den Phosphor durch Einwirkung der Harnkohle abzugeben.

Auf eine vortheilhaftere Weise erhält man ihn, wenn man sauren phosphorsauren Kalk (dessen Bereitung bei den phosphorsauern Salzen vorkommen wird) bis zur Honigsdicke abraucht, mit Kohlenpulver schnell vermengt, und die Masse scharf austrocknet. Alsdann bringt man sie in eine irdene mit einer Vorlage versehene Retorte (siehe Fig. 1), welche mit feuerfestem Thone beschlagen ist, und nun wird sie in einem guten Windofen nach und nach bis zum Weifsglühen erhitzt.

G repräsentirt die irdene Retorte.

H einen kupfernen Vorstofs, welcher in das Wasser taucht.

I ein Cylinder-Glas mit Wasser gefüllt.

K eine irdene Schale, etwas Wasser enthaltend.

L eine lange Glasröhre, welche zum Verbrennen der Gasarten dient.

M eine brennende Lampe, welche dazu dient, die Gasarten anzuzünden.

N einen unten gebogenen Eisendraht, welcher gehoben werden kann, um den in dem kupfernen Vorstofs sich angesetzten Phosphor los zu machen.

O eine mit einem Kork verschlossene Glasröhre dazu dienend, einen Heber in den Cylinder zu bringen, um Wasser herauszuziehen.

Die hinzugesetzte Kohle verbindet sich mit dem Sauerstoff zu kohlensaurem Gas und zu Kohlenoxydgas, welche entweichen. Da die Masse gewöhnlich noch etwas Wasser enthält, und da die angewandte Kohle selbst von Wasserstoff nicht frei ist, so bildet sich stets etwas Protophosphorwasserstoffgas, welches durch eine neben der Vorlage aufgestellte brennende Lampe angezündet wird, wie an der Figur bei M zu sehen ist.

Der von seinem Sauerstoff befreite Phosphor destillirt in Tropfen über, welche in das in der Vorlage enthaltene Wasser fallen.

Der im Wasser erstarrte Phosphor ist gewöhnlich braun und enthält etwas Kohle, welche mechanisch mit herübergerissen wurde. Man reinigt ihn dadurch, dafs man ihn in warmem Wasser schmelzen läfst, und ihn dann durch ein sämisch gegerbtes Schaf- oder Rehleder unter warmem Wasser prefst, wobei die Kohle und die unschmelzbaren Theile auf dem Leder zurückbleiben. Der auf diese Weise gereinigte Phosphor wird in Glasröhren aufgezogen, und dann in kaltes Wasser getaucht, wodurch er erstarrt und aus der Röhre gestofsen werden kann.

Man bewahrt die Cylinder an einem dunkeln Orte in Gläsern auf, welche mit luftleerem Wasser gefüllt sind.

Eigenschaften des Phosphors.

Er ist gelblichweiſs, durchscheinend, von fettartigem Glanze, biegsam und bei mittlerer Temperatur von der Consistenz des Wachses, hat einen eigenthümlichen dem Knoblauch ähnlichen Geruch, wenn man ihn der Luft aussetzt. Sein specifisches Gewicht ist = 1,770; krystallisirt zuweilen, wenn man ihn in groſsen Massen abkühlen läſst. (Trautwein.) Nach Mitscherlich krystallisirt er aus seiner Auflösung in Schwefelkohle und Naphta in regulären Dodecaëdern. In verschlossenen Gefäſsen schmilzt er bei + 35 Grad und geräth bei + 290 Grad ins Kochen, bei welcher Temperatur er destillirt werden kann.

An der Luft stöſst er weiſse Dämpfe aus und leuchtet im Dunkeln schon bei einigen Graden unter dem Gefrierpunkte. Bei einer Temperatur von + 30 bis 32° entzündet er sich und brennt mit einer sehr lebhaften Flamme.

In reinem Sauerstoffgas leuchtet er bei dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre bis zu einer Temperatur von + 20 bis 24° nicht; wird das Gas aber durch eine Verminderung des atmosphärischen Drucks von etwa drei Zoll ausgedehnt, oder durch Wasserstoffgas, kohlensaures Gas etc. verdünnt, so leuchtet der Phosphor schon darin bei einer viel niedrigeren Temperatur eben so, als wenn man das Gas etwas erwärmt hätte. Durch Abkühlen des Gases hört das Leuchten wieder auf. Wenn sich der Phosphor in Sauerstoffgas entzündet, so brennt er mit einem dem Auge fast unerträglichen Glanze.

Gegen die Einwirkung der Sonnenstrahlen muſs der Phosphor geschützt werden, indem er davon durch die Bildung eines rothen unschmelzbaren Pulvers roth wird. Dieſs Rothwerden des Phosphors an der Sonne findet statt, er mag nun in Gasarten (mit Ausnahme des Ammoniakgases, worin er schwarz wird), in verschiedenen Flüssigkeiten oder im luftleeren Raume der Sonne ausgesetzt werden. In Gefäſsen von violettem Glase wird er viel schneller roth, als in Gefäſsen von rothem Glase.

Mit Sauerstoff verbindet er sich in verschiedenen Verhältnissen und bildet zwei Oxyde und mehrere Säuren.

Das

Das weiſse Oxyd wird gebildet, wenn man Phosphor unter Wasser aufbewahrt, dem Tageslicht aussetzt; dabei wird das Wasser langsam zerlegt, indem der Sauerstoff des Wassers zum Phosphor übergeht und ihn mit einer weiſsen Rinde bedeckt; der Wasserstoff des Wassers wird frei, verbindet sich aber auch mit etwas Phosphor zu Phosphorwasserstoffgas, welches zum Theil in Wasser aufgelöst bleibt. Das von der Oberfläche des Phosphors getrennte Oxyd ist ein weiſses Pulver, welches weniger brennbar und weniger schmelzbar ist als der Phosphor selbst,

Das rothe Oxyd wird gebildet, wenn man den Phosphor in verschiedenen Gasarten oder Flüssigkeiten den Sonnenstrahlen aussetzt, oder wenn man Stücke Phosphor auf einem Porzellanteller anzündet und nun den rothen Rückstand zu wiederholten Malen mit Wasser wäscht, um die zugleich gebildete Säure aufzulösen. Es kann zwischen Papier getrocknet werden und stellt nun ein rothes Pulver dar. An der Luft leuchtet es nicht, hat keinen Geruch, ist leichter als Phosphor, und schwimmt auf dem geschmolzenen Phosphor. Es ist noch weniger schmelzbar als das weiſse Oxyd, entzündet sich erst bei einer Temperatur über dem Siedepunkt des Wassers und brennt dann mit einer schwachen gelben Flamme, hört aber auf zu brennen, wenn es nicht bei der eben angegebenen Temperatur erhalten wird. Die übrigen Verbindungen des Phosphors mit Sauerstoff werden bei der Phosphorsäure untersucht werden.

Will man den Phosphor in ein feines Pulver verwandeln, so schüttelt man ihn im geschmolzenen Zustande schnell mit warmem Wasser in einer gut verschlossenen Flasche, bis daſs er wieder erstarrt. Noch besser kann man dieſs nach Casascca bezwecken, wenn man ihn in einer Flasche mit warmem Alkohol schüttelt.

In den mehrsten Gasarten löset sich eine geringe Menge Phosphor auf, und die darin enthaltenen Dämpfe setzen sich beim Abkühlen auf den Wänden des Glases in kleinen Sternchen ab. Wird der Phosphor in Wasserstoffgas und in Stickgas bei einem heiteren Sonnentage der Sonne ausgesetzt, so

schmilzt der Phosphor viel früher im Stickgas als im Wasserstoffgas. Nach einigen Tagen, wenn die Flaschen der Sonne ausgesetzt bleiben, werden sie ganz roth, indem sich die Dämpfe als ein rothes Pulver uud als kleine Krystalle auf den Wänden absetzen und dadurch das Glas undurchsichtig machen.

Eine constante chemische Verbindung des Phosphors mit Stickgas, wie Thenard angenommen hat, ist nicht wahrscheinlich; es löset sich nur eine geringe Menge Phosphordampf im Stickgas auf, wodurch es die Eigenschaft erhält, im Dunkeln zu leuchten.

Phosphor und Wasserstoff.

Der Phosphor verbindet sich mit dem Wasserstoff in zwei verschiedenen Verhältnissen, woraus zwei permanente Gasarten entstehen.

1) Deuto- oder Perphosphorwasserstoffgas ist die Verbindung des Wasserstoffgas mit dem Maximum an Phosphor. Das Gas wurde 1783 von Gengembre in Paris entdeckt.

Auf directem Wege durch Erwärmen des Phosphors in Wasserstoffgas läſst sich die Verbindung nicht bewerkstelligen. Man erhält es, wenn man in eine wässerige concentrirte Auflösung von Kali ein Stück Phosphor bringt, und in einem Glaskolben, welcher mit einer gekrümmten Röhre versehen ist, aufkochen läſst. Das Gas muſs nur dann erst unter Glocken aufgefangen werden, wenn die sich entwickelnden Bläschen anfangen, sich von selbst an der Luft zu entzünden. Man kann das Gas in Glocken mit warmem Wasser, oder noch besser über Quecksilber auffangen. Bei der Bildung dieses Gases verbindet sich ein Theil des Phosphors mit dem Sauerstoff des Wassers zu einer Säure, welche sich mit dem Kali vereinigt, und der andere Theil des Phosphors verbindet sich mit dem Wasserstoff des Wassers und entweicht als Phosphorwasserstoffgas. Das auf diese Weise erhaltene Gas enthält fast immer 0,13 reines Wasserstoffgas.

Ein Verfahren, wodurch das Gas etwas reiner erhalten wird, besteht darin, das Phosphorcalcium in einer kleinen Entbindungsflasche mit wenig Wasser zu befeuchten,

wobei sich das Gas von selbst und ohne äufsere Wärme entwickelt. Hiebei nimmt das Calcium den Sauerstoff des Wassers auf und wird Kalkerde, der Phosphor hingegen verbindet sich mit dem Wasserstoff des Wassers zu obigem Gase.

Nach dem von Davy vorgeschlagenen Verfahren auf ein Gemeng von zwei Theilen granulirtem Zink und ein Theil Phosphor, verdünnte Schwefelsäure zu giefsen, wird ein Gas entwickelt, welches nur sehr wenig Phosphor in Verbindung enthält.

Eigenschaften. Das Gas ist farbenlos von einem unangenehmen Geruch nach verfaulten Fischen. Specifisch Gewicht nach Dumas 1,761. Es entzündet sich von selbst bei der gewöhnlichen Temperatur durch das Zusammentreffen mit der atmosphärischen Luft. Läfst man aus einer Glocke über Quecksilber eine Gasblase in die Höhe steigen, so entzündet sie sich mit einem schwachen Verpuffen, wobei sich Phosphorsäure und Wasser bilden; das Product steigt bei ruhiger Luft als ein ringförmiger Rauch in die Höhe und erweitert sich allmählich.

In vier Theilen Wasser löst sich das Gas auf und wird von der im Wasser enthaltenen Luft zersetzt. Das Wasser nimmt davon einen bitteren Geschmack an, ist aber keineswegs sauer.

Wird das durch Quecksilber gesperrte Gas den Sonnenstrahlen ausgesetzt, so zerlegt es sich zum Theil, indem sich rother Phosphor an den Glaswänden absetzt; durch die Ausscheidung des Phosphors verliert es die Eigenschaft, sich von selbst an der Luft zu entzünden. Auch durch Abkühlen, so wie durch Schütteln mit Quecksilber kann ein Theil Phosphor aus dem Gas abgeschieden werden. Durch schwefelsaures Kupfer und durch Sublimatauflösung kann das Gas zerlegt werden, wodurch sich Phosphormetalle und Wasser bilden, und alsdann das ihm beigemengte Wasserstoffgas rein zurückbleibt.

Enthält nach Dumas	Phosphor	94,02
	Wasserstoff	5,98

2) Protophosphorwasserstoff, Gas *hydrogène protophosphoré* oder Wasserstoff mit einem geringern Antheil Phosphor.

Es kann erhalten werden, wenn man Deutophosphorwasserstoffgas den Sonnenstrahlen so lange aussetzt, bis so viel Phosphor ausgeschieden ist, dafs sich nun das Gas nicht mehr durch Berührung mit Luft entzündet.

Reiner erhält man das Gas nach Dumas, wenn man in eine lange mit Quecksilber gefüllte Glocke etwas reine concentrirte Salzsäure und alsdann etwas frisch bereitetes und gepulvertes Phosphorcalcium in Filtrirpapier gewickelt, bringt. Das Quecksilber fällt nach und nach herunter und die Glocke füllt sich mit Protophosphorwasserstoffgas an. Durch diefs Verfahren ist das Gas oft vollkommen rein und enthält nur im ungünstigsten Fall 0,05 reines Wasserstoffgas. Ferner kann das Gas erhalten werden beim Erhitzen der phosphorigen Säure. Man verschafft es sich auch bei Gelegenheit der Bereitung des Deutophosphorwasserstoffgases. Wenn nämlich letzteres Gas durch Erwärmen von Kali-Lauge und Phosphor aufhört sich zu entwickeln, oder wenn die hervorgetretenen Bläschen sich an der Luft nicht mehr von selbst entzünden, so verstärkt man das Feuer, um die trocken gewordene Masse noch beträchtlicher zu erhitzen; alsdann entwickelt sich das Protophosphorwasserstoffgas in grofser Quantität. Auf diese Weise bereitete ich mit B. Lagrange 1808 diefs Gas, ohne auf diefs Verfahren gerade einen besonderen Werth zu legen. *)

Man erhält es auch durch Erhitzen von Phosphor und kaustischem Kali ohne Zusatz von Wasser, wie wir in der eben citirten Abhandlung angegeben haben.

Eigenschaften. Es ist farbenlos, von einem sehr unangenehmen Geruch nach Knoblauch. Specifisch Gewicht nach Dumas 1,214. Von selbst entzündet es sich an der Luft nicht, wohl aber durch eine brennende Wachskerze, wobei sich etwas rother Phosphor in der Glocke absetzt. Mit Luft oder mit Sauerstoffgas vermengt, entzündet es sich nicht bei dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre; wird aber der Druck vermindert, so dafs eine Ausdehnung des

*) S. Annales de chimie B. 66. S. 200; die Abhandlung führt den Titel: de l'action du Phosphor sur les alcalis.

Gemenges eintritt, so findet die Entzündung statt. (*Labillardière.*) Wird es mit Luft vermengt, so leuchtet es im Dunkeln, indem es langsam verbrennt. Durch Berührung mit Chlorgas entzündet es sich augenblicklich bei der gewöhnlichen Temperatur. Das Wasser löst ungefähr den achten Theil von dem Gase auf. Wenn es ganz rein ist, so wird es durch Sublimat und durch eine gesättigte und kalt bereitete Auflösung von schwefelsaurem Kupfer ganz zersetzt, wobei sich Phosphor-Kupfer und Wasser erzeugen.

Es ist wahrscheinlich, dafs die sogenannten Irrwische, Feuermänner und Irrlichter, welche man Abends auf sumpfigen Wiesen, Schlachtfeldern und Kirchhöfen wahrnimmt, dem Leuchten oder langsamen Verbrennen des Protophosphorwasserstoffgases, welches im Innern der Erde gebildet durch die Spalten derselben hervordringt, zuzuschreiben sind; diese Meinung ist um so glaubwürdiger geworden, seitdem man weifs, dafs im Gehirn, in den Nerven und in andern thierischen Stoffen Phosphor enthalten ist, welcher sich nun bei der Verwesung jener Körper ohne Zweifel mit Wasserstoff zu obigem Gas verbindet. Folgende von Dumas gemachte Beobachtung ist sehr dazu geeignet, obiger Meinung mehr Wahrscheinlichkeit zu geben. Es wurde nämlich eine grofse Quantität Weingeist, welcher im Museum zu Genf zur Aufbewahrung von Fischen gedient hatte, um ihn zu reinigen, über salzsauren Kalk und ungelöschten Kalk destillirt. Nachdem der Weingeist übergezogen war, wurde der Rückstand abgedampft, um den salzsauren Kalk wieder zu gewinnen. Als die Flüssigkeit bis zur Syrupsdicke abgeraucht war, entwickelte sich ein Strom von Gas, welcher sich an der Luft entzündete und alle Eigenschaften des Posphorwasserstoffgases besafs. Die Gasentwickelung dauerte fort, bis die Masse fast ganz trocken war. Da in verschiedenen animalischen Stoffen Phosphor enthalten ist, so mufste ihn der Weingeist aufgelöst und sich nun mit dem Wasserstoff zu jenem leicht entzündlichen Gase verbunden haben.

Aus den Versuchen von H. Rose schien hervorzugehen, dafs das Phosphorwasserstoffgas, welches sich durch

Berührung mit der Luft nicht entzündet, mehr Phosphor enthalte, als dasjenige, was sich an der Luft von selbst entzündet. Diese von Rose aufgestellte Ansicht wurde aber durch Buff's Versuche widerlegt.

Der Phosphor kann sich auch mit Wasserstoff zu einer tropfbaren Flüssigkeit verbinden, wenn man ihn nach Grotthufs mit einer Auflösung von Kali in Weingeist eine Zeitlang kocht. Diese Verbindung bleibt auch nach dem Erkalten flüssig, und entwickelt Phosphorwasserstoffgas, wenn man sie mit luftleerem Wasser aufkocht, ohne dafs dabei das Wasser zerlegt wird, und ohne dafs sich Phosphorsäure bildet. Nach jener Entwickelung des Gases erstarrt der Phosphor beim Abkühlen.

Enthält nach Dumas	Phosphor	91,28
	Wasserstoff	8,72.

Phosphor und Chlor.

Der Phosphor verbindet sich mit dem Chlor in zwei verschiedenen Verhältnissen zu Chlorphosphor, *Chlorure de phosphore*, welche Verbindung im Maximo des Chlors, von Davy entdeckt wurde. Taucht man Phosphor in Chlorgas, so schmilzt und verbrennt er mit einer blassen Flamme und bildet theils ein starres Product, das Phosphorperchlorid, theils ein flüssiges, das Phosphorprochlorid. Ersteres kann erhalten werden, wenn man den Phosphor in einem Uebermafs von getrocknetem Chlorgas (1 Gran Phosphor in 12 Cubikzoll Chlorgas) verbrennen läfst, woraus eine leichte weifse krystallinische Masse entsteht. Sie ist bei verstärktem äufseren Druck schmelzbar, sublimirt sich noch unter der Temperatur des kochenden Wassers und raucht an der Luft. Ans Licht gehalten brennt sie mit Flamme unter Bildung von Phosphorsäure und Entwtckelung von Chlorgas. Mit Wasser benetzt löst sie sich unter starkem Erhitzen auf, wird aber durch das Wasser zersetzt, woraus Phosphorsäure und Hydrochlorsäure entstehen.

Phosphor	1 At.	16	15,31
Chlor	2,5 —	88,5	84,69
		104,5	100

Das Phosphorprochlorid wird erhalten, wenn man in eine Glasröhre über erwärmten Calomel Phosphordämpfe streichen läfst und das offene Ende der Röhre mit einer kleinen abgekühlten Vorlage versieht. Es geht alsdann eine wasserhelle, an der Luft rauchende Flüssigkeit in die Vorlage über, welche von einem eigenthümlichen unangenehmen Geruche, von einem specifischen Gewicht von 1,450, sehr flüchtig ist, und mit einer sehr lebhaften Flamme brennt. Sie sinkt im Wasser zu Boden und zerlegt es nach und nach in phosphorichte und in Hydrochlorsäure, wurde 1808 von Gay-Lussac und Thenard entdeckt.

Phosphor	1	Atom	16	23
Chlor	1,5	—	53,1	77
			69,1	100.

Phosphor und Kohle.

Thomson hat zwar die gelbliche Substanz, welche beim Durchpressen des unreinen Phosphors durch Gemsleder zurückbleibt als Phosphorkohlenstoff betrachtet; allein es ist wahrscheinlich, dafs diese vermeinte Verbindung nur in einem Gemeng aus rothem Phosphor und Kohle besteht.

Der Phosphor löst sich auch in Alkohol, Aether, in fetten und ätherischen Oelen, am meisten aber in Schwefelkohle auf.

Anwendung des Phosphors. Wegen seiner leichten Entzündlichkeit wird er zu Feuerzeugen angewendet, wovon das am häufigsten gebrauchte so gemacht wird, dafs man in eine kleine trockne Flasche, welche auf einem warmen Sandbade steht, nach und nach kleine Stücke Phosphor bringt, die Flasche mit Papier zudeckt, und ihn schmelzen und schwach brennen läfst. Wenn der geschmolzene Phosphor eine Zeit lang erhitzt und braun geworden ist, so wird die Flasche mit einem gutschliefsenden Glasstöpsel verschlossen. Die darin befindliche Masse besteht nun aufser dem Phosphor aus wasserfreier phosphorichter Säure und aus rothem Phosphoroxyd.

Um von diesem Feuerzeug Gebrauch zu machen, reibt man die erstarrte Masse mit dem Ende eines Schwefelhölz-

chens, wodurch etwas von der Masse daran hängen bleibt, welche sich nach dem schnellen Herausziehen von selbst entzündet, indem die trockne phosphorichte Säure das Wasser und den Sauerstoff aus der Luft absorbirt, wodurch eine solche Erhöhung der Temperatur entsteht, daſs sich der Phosphor entzündet und dem Schwefel die Flamme mittheilt. Dieſs Feuerzeug kann lange gebraucht werden, wenn man Sorge trägt, es gleich wieder gut zu verschlieſsen; im entgegengesetzten Falle wird die Masse zu feucht werden, und dadurch ihre Zündkraft verlieren.

Die Affinität des Phosphors zum Sauerstoff wird benutzt, ihn zu eudiometrischen Versuchen oder zur Analyse der Luft anzuwenden, so wie zur Bereitung der phosphorichten und der Phosphorsäure.

Der auſserordentliche Glanz, welcher beim Verbrennen des Phosphors in Sauerstoffgas entsteht, hat Veranlassung gegeben, ihn auf Theatern anzuwenden, indem man ihn in groſsen Ballons hinter den Coulissen verbrennt, um dadurch einige Stellen auf der Bühne ganz ungewöhnlich und weiſsglänzend zu beleuchten.

Innerlich wird er in ätherischen Oelen aufgelöst, als ein heftiges Reizmittel angewendet, kann aber, bei starken Gaben, Entzündung und den Tod herbeiführen. Orfila und Magendie haben gefunden, daſs der Phosphor in Baumöl aufgelöst und in die Adern gespritzt in kurzer Zeit tödtliche Wirkungen hervorbringt; eben so nachtheilig wirkt dieſs Phosphoröl, wenn es in den Magen gebracht wird, der Phosphor verbrennt alsdann langsam zur Säure vermittelst der Luft aus den Lungen, wodurch die zarten Gefäſse des Lungenorgans eine Verletzung erleiden, welche die Lungenthätigkeit hemmt, worauf bald Asphyxie und Tod erfolgen.

---

7. Schwefel.

Der Schwefel (Sulphur, Soufre), welcher schon in den ältesten Zeiten bekannt war, kommt sehr häufig in der Natur vor und zwar theils gediegen, theils in Verbindung mit andern Körpern.

1) Gediegen trifft man ihn häufig in festen unregelmäfsigen Massen mit erdigen Theilen vermengt an; ferner als feinen Staub vorzüglich in der Gegend von Vulcanen, und zuweilen auch in der Form durchscheinender Krystalle.

2) In Verbindung mit andern Körpern als: mit Eisen, Schwefelkies, mit Kupfer, Blei, Quecksilber, Antimon und vielen andern Metallen. Mit Wasserstoff verbunden in vielen Mineralwässern; eben so in einigen Pflanzen und animalischen Stoffen, wie z. B. im Löffelkraut, Knoblauch, Meerrettig etc., in den Eiern, im Urin, im Blut, in der Galle etc.

Extraction des in der Natur vorkommenden gediegenen Schwefels.

Der berühmteste Ort, wo der Schwefel durch Bergbau in unermefslichen Quantitäten gewonnen wird, ist Solfatara bei Puzzuolo im Königreich Neapel. Seit Plinius Zeiten versieht Solfatara fast ganz Europa gröfstentheils mit Schwefel. Auch in Sicilien, im Kirchenstaate, zu Radoby in Croatien wird der gediegene Schwefel in mehr oder weniger grofsen Quantitäten zu Tage gefördert.

Ist der Schwefel, wie zu Solfatara, nur mit Erden gemengt, so wird er auf folgende Weise behandelt: Man bringt weite irdene Gefäfse von drei Fufs Höhe auf einen langen Galeeren-Ofen und füllt sie mit der den gediegenen Schwefel enthaltenden Erde an. Jedes Gefäfs wird mit einem Deckel verschlossen und mit einer an der obern Seite angebrachten Röhre versehen, welche in ein anderes irdenes ebenfalls verschlossenes Gefäfs reicht. Dieses hat am Boden eine runde Oeffnung und steht auf einem mit Wasser beinahe angefüllten Zuber. Beim Erwärmen des Ofens wird der Schwefel durch das Rohr in das andere Gefäfs getrieben und fliefst aus diesem in das Wasser. Die aus dem Wasser genommene Masse ist der rohe Schwefel und

enthält etwa noch $^1/_3$ von den Erden, welche mechanisch mit hinüber gerissen waren. Dieser rohe Schwefel wurde in frühern Zeiten durch ein nochmaliges Schmelzen gereinigt, wobei sich zwar die Erden absetzen; allein der Schwefel doch nicht von allen fremden Theilen gänzlich befreit wird. Heut zu Tage reinigt man den rohen Schwefel in grofsen Destillationsapparaten. Zu dem Ende bringt man etwa 1000 Pfd. Schwefel in einen Kessel von Gufseisen mit einem gemauerten Helm, von welchem durch eine Oeffnung eine Leitung in eine gemauerte Seitenkammer geht. In dieser Kammer kann man den geschmolzenen oder auch nach Willkür, durch langsames Abkühlen, den feinen gepulverten Schwefel, die sogenannten *flores sulphuris* oder Schwefelblumen erhalten.

Der flüssige Schwefel wird in cylindrischen Formen von Tannenholz gegossen und kommt unter dieser Gestalt als Stangenschwefel vor.

Extraction des Schwefels aus seinen Verbindungen mit Metallen.

In mehreren Gegenden Deutschlands, in Schweden und Frankreich wird der Schwefel aus seinen Metallverbindungen gefördert oder als Nebenproduct beim Rösten dieser Erze gewonnen.

Zu diesem Endzweck werden die gepochten Kiese oder Eisenpersulphuride in langen horizontalliegenden Röhren von Steingut vorsichtig erhitzt. Die Röhren werden an dem einen Ende ganz verschlossen, und die Mündung des anderen Endes reicht in hölzerne Kufen, welche mit einem Bleideckel versehen, und zum Theil mit Wasser angefüllt sind. Das eben angeführte Verfahren wird von Dartigues in Namur mit gutem Erfolg angewendet, kann aber nur dann einigermafsen mit Vortheil betrieben werden, wenn der Rückstand in den Röhren auf Eisenvitriol benutzt wird.

Eigenschaften des Schwefels.

Er hat eine citronengelbe Farbe; der gediegene kommt zuweilen krystallisirt als längliches Octaëder mit rhombischer

Basis vor, und ist durchsichtig. Der künstlich krystallisirte erscheint als schiefes Prisma mit rhombischer Basis.

Er ist sehr zerbrechlich und ohne Geschmack. Durch Reiben wird er elektrisch; knistert und zerspringt in der warmen Hand, wobei er einen schwachen Geruch annimmt.

Das specifische Gewicht des reinen Schwefels ist = 1,980; der nicht ganz reine, welcher gewöhnlich noch Thon- und Kieselerde, Magnesia, Eisen und kohlensauren Kalk enthält, hat ein specifisches Gewicht von 2,350.

Nach Vauquelin ist im Schwefel fast immer eine Spur von Erdharz enthalten, aus welchem Grunde sich beim Erhitzen desselben in verschlossenen Gefäſsen Schwefelwasserstoffgas und schwefelichtsaures Gas bilden.

Der Schwefel schmilzt bei einer Temperatur von + 108° C. zu einer bräunlichen durchsichtigen Flüssigkeit; beim Erstarren krystallisirt er in Prismen, und nimmt seine gelbe Farbe so wie seine Undurchsichtigkeit wieder an. Wird der geschmolzene Schwefel bis zu einer Temperatur von + 144° C. erhitzt, so geht er in eine hyacinthbraune elastische Masse über, welche die plastische Consistenz eine Zeit lang behält, und in diesem Zustand zu Abdrücken von Münzen gebraucht werden kann. Die braune Masse ist von einigen Chemikern für ein Schwefeloxyd gehalten worden; allein diese Meinung hat keine Wahrscheinlichkeit für sich, weil der Schwefel, wenn er in verschlossenen und mit Stickgas angefüllten Gefäſsen geschmolzen wird, die braune Farbe auch annimmt, und eben so, wenn er in verschlossenen Gefäſsen abgekühlt wird, mit seiner ursprünglich gelben Farbe und Härte wieder erscheint.

Der Schwefel erreicht seinen Siedepunkt bei einer Temperatur von 195° R. (Osann).

Wenn der Schwefel arsenikhaltig ist, was indessen auſser bei einigen Sorten aus Sachsen selten der Fall ist, so muſs er mit Salzsäure übergossen werden, worauf die klar abgegossene Flüssigkeit bis zur Trockne abgeraucht und wieder in Weingeist aufgelöst wird (salzsaures Arsenik). Eine in diese Auflösung gelegte Zinkstange bedeckt sich bald mit grauen Metallblättchen, welche auf glühende Kohlen

geworfen sich unter Knoblauchgeruch verflüchtigen. Ist Schwefelarsenik im Schwefel enthalten, so kann man ihn mit Ammonium schütteln, wodurch das Operment aufgelöst wird, worauf man selbiges aus der klaren Flüssigkeit durch eine Säure mit einer goldgelben Farbe wieder niederschlagen kann. Beim Erhitzen und völligen Verflüchtigen des Schwefels werden die etwa darin enthaltenen Erden zurückbleiben.

Der Schwefel verbindet sich mit dem Sauerstoff in 4 verschiedenen Verhältnissen, welche Verbindungen sämmtlich Säuren sind, und bei der Schwefelsäure vorkommen werden.

Mit Stickstoff verbindet sich der Schwefel nicht; die von Gimbernat angeblich entdeckte Verbindung des Schwefels mit Stickstoff in dem Mineralwasser von Aachen beruht auf einer Täuschung.

Mit dem Wasserstoff stellt er eine tropfbarflüssige und eine gasartige Verbindung dar.

Auf directem Wege läfst sich indessen die Verbindung des Schwefels mit Wasserstoffgas nicht bewerkstelligen. Wenn aber künstliches Schwefeleisen mit verdünnter Salzsäure übergossen wird, so verbindet sich das Eisen mit dem Sauerstoff des Wassers, und der Wasserstoff vereinigt sich mit dem Schwefel zu Schwefelwasserstoffgas, welches sich entwickelt. Da diefs Gas die Eigenschaften einer Säure besitzt, so wird es bei den Wasserstoffsäuren vorkommen.

Schwefel und Chlor.

Die Verbindung des Schwefels mit dem Chlor wurde 1804 von Thomson entdeckt, und von Berthollet näher untersucht. Man erhält den Chlorschwefel oder Protoschwefelchlorid, *Chlorure de soufre* am leichtesten, wenn man bei gewöhnlicher Temperatur in getrocknete Schwefelblumen einen Strom von Chlorgas streichen läfst. Zu diesem Endzweck bringt man die Schwefelblumen in ein hohes und schmales Cylinderglas, und das Chlorgas wird vermittelst einer Glasröhre bis auf den Boden des Gefäfses geleitet. Man läfst das Gas so lange hineinstreichen, bis der Schwefel in eine röthliche Flüssigkeit verwandelt ist.

Dieselbe hat einen sehr unangenehmen Geruch, raucht

an der Luft, sinkt im Wasser zu Boden, zersetzt aber das Wasser, woraus Salzsäure, Schwefel und Schwefelsäure entstehen; ist flüchtig und röthet das trockene Lakmuspapier nicht; löst aber Phosphor und Schwefel auf.

Schwefel	1	Atom	16	31,13
Chlor	1	—	35,4	68,87
			51,4	100.

Deutoschwefelchlorid kann erhalten werden, wenn man in der ersten röthlichen Flüssigkeit bei einer gelinden Wärme in einer verkorkten Flasche noch mehr Schwefel auflöst. Es ist etwas schwerer und gelber von Farbe als das Protoschwefelchlorid, unterscheidet sich übrigens von der ersten Flüssigkeit nicht bedeutend.

Schwefel	2	Atom	32	47,48
Chlor	1	—	35,4	52,52
			67,4	100.

Schwefel und Kohle. Kohlensulfurid. Schwefelalkohol. *Carbure de soufre.*

Die Verbindung des Schwefels mit Kohle wurde 1796 von Lampadius entdeckt und von Clement, Berthollet, Cluzel, Berzelius und Marcet genauer untersucht. Nach Döbereiner soll das Kohlensulfurid im Quecksilberlebererz von Idria enthalten seyn.

Lampadius erhält diese Verbindung durch das Erhitzen des Leberkieses, der sich in der Braunkohlenformation findet. Dieser Leberkies, bestehend aus Schwefel, Eisen und Kohle, wird in einer irdenen Retorte geglüht, dabei erhält man aus einem Pfunde etwa eine Unze und 2 Quentchen flüssiges Kohlensulfurid, 5 Quentchen Schwefel, welcher kohlenhaltig ist, und Schwefelkohlengas. Diese Operation wird jetzt von G. Reichard in Döhlen unweit Dresden im Grofsen betrieben, und zwar in Schwefeltreiberöhren, welche zu Ellenbogen in Böhmen sehr gut verfertigt werden, wovon jede Röhre für einen Centner haselnufsgrofser Stücke Leberkies Raum hat.

Man kann sich auch die Verbindung direct verschaffen, wenn man Schwefel in glühende Kohlen streichen läfst. Zu

dem Ende bringt man in eine beschlagene Porzellanröhre gut ausgeglühte Holzkohlen in kleinen Stücken, legt diese in einen Windofen, jedoch so, dafs das eine Ende mit einer gekrümmten Glasröhre versehen ist, welche in eine Flasche mit Wasser taucht. Am andern aufser dem Ofen sich befindenden Ende der Porzellanröhre werden kleine Stücke Schwefel hineingelegt, und mit einem Kork verschlossen, durch welchen ein dicker Eisendraht geht. Nun wird die Porzellanröhre, welche eine etwas abwärts geneigte Lage haben mufs, im Windofen nach und nach bis zum heftigen Glühen erhitzt, und wenn die Kohlen beinahe weifsglühend sind, wird der Schwefel mit dem Eisendraht weiter geschoben, wo er schmelzt, und dann die glühenden Kohlen berührt; alsdann geht die Verbindung beider Körper vor sich, und stellt sich als eine Flüssigkeit dar, welche sich in der Flasche unter Wasser sammelte.

Man kann auch den Schwefel in Dampfgestalt aus einer kleinen Retorte in die glühenden Kohlen streichen lassen. Wenn die Flüssigkeit trübe seyn sollte, so mufs sie durch Destillation aus einer Retorte gereinigt werden. Man hat diese Verbindung lange Zeit fälschlich für liquiden Schwefelwasserstoff gehalten.

Eigenschaften des Kohlensulfurids.

Stellt sich als eine klare farbenlose Flüssigkeit dar, welche im Wasser zu Boden sinkend, unter einer dünnen Schicht Wasser leicht aufbewahrt werden kann. Sie hat einen unangenehmen, dem Schwefelwasserstoffgas etwas ähnlichen Geruch; der Geschmack ist anfänglich stark kühlend und dann etwas brennend. Specifisch Gewicht bei 10° R. nach Lampadius = 1,275, und das Lichtbrechungsvermögen = 1,645; sie ist folglich die stärkste lichtbrechende Flüssigkeit. Siedet bei + 33° R. Die Spannung des Dampfes ist bei 10° R. und bei 30 Zoll Barometerhöhe 7,30 Zoll (Marcet). Bringt beim Verdunsten, vorzüglich unter dem Recipienten der Luftpumpe eine so aufserordentliche Kälte hervor, dafs das Thermometer dadurch bis — 50° herabsinkt.

Die Flüssigkeit ist sehr entzündlich, und brennt mit blauer Flamme, wobei sich unter Entwickelung von viel Hitze schwefelichtsaures und kohlensaures Gas bilden.

Läſst man sie durch glühende Metalloxyode streichen, so erzeugen sich auſser den Schwefelmetallen, kohlensaures und schwefelichtsaures Gas; wenn man aber die Dämpfe des Kohlensulfurids über reine glühende Metalle streichen läſst, so bilden sich Schwefelmetalle, hiebei wird Kohle frei.

Im Wasser löst sich das Kohlensulfurid zwar nicht merklich auf, ertheilt ihm aber doch seinen eigenthümlichen Geruch; es ist sehr auflöslich in Alkohol, Aether und in den fetten und ätherischen Oelen.

Das Kohlensulfurid ist ein vortreffliches Auflösungsmittel für viele Körper. Zehn Theile an Gewicht können 18 Theile Phosphor auflösen, und dabei dünnflüssig und durchsichtig bleiben. Benetzt man mit dieser Auflösung Flieſspapier, so entzündet es sich nach einiger Zeit von selbst; wird sie langsam unter einer Glasglocke abgedampft, so krystallisirt der Phosphor in kleinen sechsseitigen wasserhellen Prismen. Ein Theil Kohlensulfurid kann beinahe 4 Theile Kampfer auflösen, und dabei dünnflüssig bleiben; 1000 Theile Kohlensulfurid können bei der gewöhnlichen Temperatur durch anhaltendes Schütteln 209 Theile Schwefel auflösen, woraus eine dunkelgelbe Flüssigkeit entsteht, welche nach einiger Zeit durchsichtige Krystalle von Schwefel absetzt *).

Die in der angewendeten Porzellanröhre zurückbleibende Kohle enthält etwas Schwefel, welcher mit derselben chemisch verbunden zu seyn scheint.

Kohlenstoff	1	Atom	6	15,17
Schwefel	2	—	32	84,83
			38	100.

Schwefel und Boron. Schwefelboron. *Sulfure de bore.*

Läſst man Boron in Schwefeldampf bis zum Glühen erhitzen, so verbindet er sich mit demselben unter Licht-

*) S. Lampadius über den Schwefelalkohol. Freyberg, 1826.

erscheinung zu Schwefelboron; diefs ist eine weifse undurchsichtige Masse, löst sich im Wasser mit Heftigkeit auf, wobei aber das Wasser zersetzt wird, indem sich Schwefelwasserstoffgas und Boraxsäure bilden (Berzelius).

Schwefel und Phosphor. Schwefelphosphor. *Phosphure de soufre.*

Diese beiden Körper können sich in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbinden; die Vereinigung kann zwar unter Wasser vor sich gehen, allein sie ist alsdann oft mit Feuererscheinung und Explosion begleitet; am sichersten wird sie bewerkstelligt, wenn man in einer langen Glasröhre Phosphor schmelzen läfst, und nach und nach Schwefel in kleinen Stücken hinzufügt.

Die Verbindung ist weich oder flüssig nach den verschiedenen Verhältnissen. 2 Theile Phosphor und ein Theil Schwefel werden flüssig bei + 10° R.; aber gleiche Theile von beiden schmelzen schon von + 5°.

Nach Faraday soll eine Verbindung von 7 Theilen Phosphor und 5 Theilen Schwefel noch bei mehreren Graden unter dem Gefrierpunkte flüssig bleiben. Diese Verbindung kann aber unter Wasser nicht lange aufbewahrt werden, es setzen sich nach einiger Zeit Schwefelkrystalle ab, und dann bleibt eine Verbindung aus 2 Theilen Phosphor und ein Theil Schwefel zurück. Uebrigens welche auch immer die Verhältnisse der beiden Körper seyn mögen, so wird dadurch stets nach und nach das Wasser unter Bildung von Schwefelwasserstoffgas und von phosphorichter Säure zersetzt, bis dafs einer von diesen beiden gänzlich aufgehoben ist. Aus diesem Verhalten zum Wasser geht hervor, dafs der Phosphor nicht wohl durch Schwefel verfälscht werden kann.

Anwendung des Schwefels.

Die grofse Menge des vorkommenden Schwefels und der niedrige Preis desselben gestatten, denselben, seiner leichten Verbrennlichkeit wegen, im Hauswesen als das allgemeinste Feueranzündungsmittel als Schwefelfaden und Schwefelholz zu benutzen.

Ferner

Ferner wird er verwendet zum Ausbrennen der Weinfässer, um dadurch den Wein gegen das Sauerwerden zu schützen; zum Bleichen der Wolle und Seide; zur Bereitung des Schiefspulvers, des Zinnobers, der Schwefelsäure, der Schwefelleber, zum Kitten des Eisens mit Steinen u. s. w. Als Arzneimittel zum innerlichen und äufserlichen Gebrauch gegen chronische und Hautkrankheiten. Das Kohlensulfurid ist ebenfalls in neuerer Zeit innerlich und äufserlich als Heilmittel mit Erfolg angewendet worden, und zwar innerlich täglich mehreremale fünf Tropfen auf Zucker, auch in Mandelöl oder Schwefeläther aufgelöst gegen eine im Kopfe fixirte Gicht; äufserlich bei rheumatischen Schmerzen zum Einreiben, zu welchem Ende dasselbe mit Kampher in Weingeist aufgelöst wird. Da das Kohlensulfurid den Copal, den geschmolzenen Bernstein und die Harze überhaupt leicht auflöst, und deren schnelles Trocknen befördert, so läfst sich erwarten, dafs man eine Anwendung davon bei den Firnissen machen wird.

---

8. *Selen. Selenium. Selene.*

Das Selen (von σεληνη, Mond) wurde von Berzelius 1817 entdeckt. Er fand mit Gahn in der Schwefelsäure und auf dem Boden der Bleikammern zu Gripsholm einen rothen Bodensatz, welcher am Löthrohr, unter Verbreitung von Rettiggeruch, ein Bleikorn zurückliefs. Da der Rettiggeruch als ein Charakter des Tellurs bekannt war, so glaubte er, dafs in der rothen Masse Tellur vorhanden sey, was sich aber bei der Untersuchung nicht bestätigte, sondern er überzeugte sich, dafs jener Geruch nicht dem Tellur, sondern einem bis dahin unbekannten Körper, welchen er Selen benannte, zuzuschreiben sey.

Das Selen ist bis jetzt nur in geringer Menge angetroffen worden. Es befindet sich in verschiedenen Schwefelkiesen von Fahlun und Böhmen, in der deutschen Schwefelsäure (L. Gmelin); im Eukarit mit Silber und Kupfer. Nach Strohmeyer im Schwefel und Salmiak von den liparischen Inseln. Nach H. Rose, Strohmeyer und Zin-

ken mit Cobalt, Quecksilber, Blei etc. am Harz. Ist nach Scholz ein Bestandtheil der Tellurerze von Siebenbürgen. Nach Kersten in der Kupferblüthe von Rheinbreitenbach enthalten u. s. w.

Der ziegelrothe Schlamm, woraus Berzelius das Selen extrahirte, enthält aufser dem Selen, mit vielem Schwefel, noch Quecksilber, Kupfer, Zinn, Zink, Arsenik, Eisen und Blei. Nachdem der Schlamm in kochender Salpetersalzsäure aufgelöst war, wurden die fremden Metalle theils durch Schwefelwasserstoffgas, theils durch Kali u. s. w. getrennt, wo alsdann die selenige Säure mittelst schwefeligsaurem Ammoniak zersetzt werden konnte, um das Selen zu fällen und durch Sublimation zu reinigen.

Eigenschaften des Selens.

Es ist ein fester Körper, dunkelrothbraun, metallischglänzend, dem polirten Blutstein ähnlich. Der Bruch ist glasartig von bleigrauer Farbe, und ebenfalls metallglänzend. Die Farbe des Selens kann aber auch roth, schwarz und gelb seyn, je nachdem das geschmolzene Selen mehr oder weniger schnell erstarrt; sein Pulver ist aber immer dunkelroth. Specifisch Gewicht 4,320; nicht hart, spröde wie Glas und läfst sich mit dem Messer ritzen. Leitet weder die Wärme noch die Elektricität. Erweicht sich bei 80° R. und schmilzt bei einigen Graden über dem Kochpunkte des Wassers. Das geschmolzene Selen bleibt lange weich, läfst sich wie Siegellack in biegsame Fäden ziehen, welche im zurückgeworfenen Lichte grau und metallglänzend, im Durchsehen aber durchscheinend und rubinroth sind. In einer kleinen Retorte erhitzt, kocht es unter der Glühhitze, gibt gelbe Dämpfe, welche sich durchs Abkühlen zu schwarzen Tropfen condensiren.

An freier Luft erhitzt, sublimirt sich ein rothes Pulver, wobei sich der Rettiggeruch erst dann einstellt, wenn bei erhöhter Hitze eine Oxydation statt findet. Mit Sauerstoff verbindet sich das Selen in verschiedenen Verhältnissen zu einem Oxyd und zu zwei Säuren.

Ans Licht gehalten, brennt es schwach mit einer bläulichen Flamme.

Wird ein Strom von Sauerstoffgas auf kochendes und in einer engen Röhre eingeschlossenes Selen geleitet, so brennt es mit einer mattweifsen Flamme, wovon die Ränder grünlichblau sind, und dabei sublimirt sich selenichte Säure mit etwas Selenoxyd vermengt.

Das Selenoxyd ist ein farbenloses Gas von einem penetranten Rettiggeruch; theilt diesen Geruch dem Wasser mit, ohne jedoch im Wasser merklich auflöslich zu seyn.

Die Verbindungen des Selens mit Sauerstoff und Wasserstoff zu Säuren werden bei den Säuren vorkommen.

Chlorselen im Minimum von Chlor. *Protochlorure de Selène.*

Wird Chlorgas über Selen geleitet, so verwandelt sich das Selen unter Erhitzung zu einer braunen Flüssigkeit, das Chlorselen vorstellend, welches im Wasser zu Boden sinkt, und das Wasser nach und nach in Salzsäure und in Selensäure zerlegt.

Selen 2 Atom	=	80	— 69,3.
Chlor 1 „	=	35,4	— 30,7.
		115,4	100.

Chlorselen im Maximum von Chlor. *Deutochlorure de Selène.*

Wird erhalten, wenn man Selen mit einem Ueberschufs von Chlor in Berührung bringt. Es ist eine weifse feste Masse, welche sich in weifsen Krystallen sublimirt, und sich in gelben Dämpfen verflüchtigt.

Selen 1 Atom	=	40	— 36,1.
Chlor 2 „	=	70,8	— 63,9.
		110,8.	100.

Das Selen verbindet sich mit dem Phosphor in allen Verhältnissen. Die Verbindung mit wenig Phosphor ist eine dunkelbraune Masse, welche durch Erwärmen das Wasser zersetzt.

---

9. Jod. Jodine. Jode.

Dieser einfache Stoff, dem man wegen der violetten Farbe seines Dampfes den Namen Jod (von ιοειδης, veilchenfarbig) beilegte, wurde 1811 von Courtois, einem Salpetersieder in Paris entdeckt. Die chemischen Eigenschaften dieses Körpers wurden zuerst von Clement untersucht, aber Gay-Lussac ist es, dem wir die Kenntnifs von den meisten Verbindungen dieses neuen Stoffes zu verdanken haben.

Das Jod befindet sich 1) als hydriodsaures Kali oder hydriodsaures Natron in vielen Seegewächsen und Seethieren, als in den Fucus-Arten, in den Badschwämmen, in den Hüllen der Eier der Sepien, in einem Insecte, bekannt unter dem Namen von *Julus foetidissimus*.

2) In den verschiedenen Salzsoolen von Sulz, Hall in Tyrol, Rosenheim, Holzhausen, Theodorshall bei Kreuznach, Antioquia in America, aufgefunden durch Krüger, Fuchs, Liebig, Mettenheimer und Boussingault. Im Seewasser nach Pfaff und Balard.

3) In einigen Mineralquellen zu Sales in Piemont, zu Heilbrunn in Bayern etc.

4) Vauquelin fand es mit Silber verbunden in einem Mineral aus Mexico. Menzel im überdestillirten Cadmium aus Oberschlesien etc.

Im Kelp und im Vareck (so nennt man die sodahaltige Asche zweier Seepflanzen) wurde das Jod von Courtois zuerst wahrgenommen. Wenn die genannte Asche in Wasser aufgelöst und das kohlensaure Natron durch Abdampfen und Krystallisiren gröfstentheils ausgeschieden ist, so bleibt zuletzt eine Flüssigkeit, welche nun durch Abkühlen keine Krystalle mehr absetzt. In dieser Flüssigkeit, welche man Mutterlauge nennt, ist das Jod als hydriodsaures Salz mit einigen andern Salzen enthalten. Die concentrirte Flüssigkeit wird mit einem Ueberschufs von Schwefelsäure erwärmt, und alsdann unter Zusatz von Mangan-Oxyd aus einer Retorte destillirt, worauf das Jod in die Vorlage übergeht.

Ein von Soubeiran vorgeschlagenes und von Berzelius verbessertes Verfahren besteht darin, von einer

Auflösung, bestehend aus 1 Theil Kupfervitriol und $2\frac{1}{3}$ Theilen Eisenwitriol, so lange in die Mutterlauge aus Kelp oder Vareck zu'gielsen, bis kein Niederschlag mehr entsteht. Der erhaltene Niederschlag ist Jod-Kupfer, welches nach gehörigem Abwaschen und Trocknen entweder durch Braunstein und Schwefelsäure in einer Retorte zersetzt werden kann, wobei indessen mit dem Jod zugleich Wasser übergeht, oder nach Soubeiran kann man die Destillation des Jod-Kupfers mit Braunstein allein und ohne Schwefelsäure vornehmen. Das Kupfer oxydirt sich hier auf Kosten des Braunsteins und das Jod sublimirt sich, wozu aber die Weifsglühhitze erfordert wird.

Hensmann hat vorgeschlagen, ein Hydriod-Salz mit seinem Gewicht saurem schwefelsaurem Kali zu vermengen und in einer Retorte zu glühen.

Eigenschaften des Jods.

Es kommt in schwarzgrauen metallisch-glänzenden Schuppen oder Blättchen vor, welche dem Reifsblei und dem Eisenglimmer ähnlich sind, zuweilen auch in rhombischen Octaëdern. Der Geruch ist dem des Chlors sehr ähnlich, der Geschmack sehr scharf. Specifisch Gewicht 4,948, ist schmelzbar bei + 107° C. und verflüchtigt sich bei + 175 bis 180° C.

Es färbt die Haut und das Papier vorübergehend braun. Der Dampf hat eine violette Farbe und ist die schwerste aller nicht permanenten Gasarten. Das specifische Gewicht des Dampfes, durch Berechnung gefunden, ist nach Gay-Lussac zur Luft = 8,618; nach Dumas durch directe Versuche = 8,716.

Werden die Dämpfe langsam abgekühlt, so condensiren sie sich zu metallisch-glänzenden Octaëdern.

Das Jod ist sehr wenig auflöslich in Wasser, und erfordert 7000 Theile desselben zu seiner Auflösung. Das Wasser nimmt davon eine gelbe Farbe an, wird aber an der Sonne wieder farbenlos, und nun enthält das durch Jod zum Theil zersetzte Wasser Hydriodsäure und Jodsäure. Ueberhaupt hat das Jod hinsichtlich seiner Affinität zum

Wasserstoff mehrere Eigenschaften mit dem Chlor gemein, indessen bleicht es die organischen Pigmente in einem viel schwächeren Grade als das Chlor.

Das Jod verbindet sich mit dem Sauerstoff so wie mit dem Wasserstoff zu eigenthümlichen Säuren, wovon die Beschreibung bei den Säuren vorkommen wird.

Jod und Stickstoff. Jodstikstoff. *Jodure d'azote.*

Um das Jod mit Stickstoff zu verbinden, übergiefst man es, wenn es zuvor recht fein gepulvert ist, mit kaustischem Ammonium und läfst es damit eine Viertelstunde in Berührung. Hierbei verbindet sich der Wasserstoff des Ammoniums mit einem Theile des Jods zu Hydriodsäure, welche in der Flüssigkeit bleibt und das Ammonium sättigt; der Stickstoff des Ammoniums aber verbindet sich mit dem andern Theil des Jods, und fällt als ein schwarzes in Wasser unauflösliches Pulver zu Boden, welches nun auf dem Filtrum ausgewaschen und getrocknet wird.

Der Jodstickstoff zersetzt sich mit Explosion durch Wärme wie der Chlorstickstoff, wefshalb man bei seiner Bereitung mit der gröfsten Behutsamkeit zu Werke gehen mufs.

Stickstoff	1	Atom	= 14	—	3,6.
Jod	3	„	= 375	—	96,4.
			389		100.

Chlor und Jod. Chlorjod. *Jodure de chlore.*

Wird trocknes Chlorgas in getrocknetes Jod geleitet, so findet eine rasche Absorption unter einer bis zu 100° C. steigenden Temperatur statt, wo sich, je nachdem das Jod oder das Chlor vorwaltet, eine rothbraune Flüssigkeit oder eine gelbe feste Verbindung bildet, wovon die flüssige das Maximum und die feste das Minimum des Jods enthält.

Aus der Luft ziehen diese Verbindungen Feuchtigkeit an und zersetzen das Wasser, woraus Hydrochlorsäure und Jodsäure entstehen. Uebrigens haben jene Verbindungen sehr wenig Bestand.

Phosphor und Jod. Jodphosphor. *Jodure de Phosphore.*

Das Jod kann sich mit dem Phosphor in mehreren Verhältnissen verbinden. Mit 1/8 Phosphor vereinigt sich das Jod zu einer festen pomeranzfarbenen Masse, und zwar unter beträchtlicher Entwicklung von Wärme, wodurch oft die Entzündung des Phosphors, wenn man den Zutritt der Luft nicht verhindert, veranlafst wird.

Die Verbindung ist bei + 100° C. schmelzbar, verflüchtigt sich bei höherer Temperatur und zersetzt das Wasser zu phosphoriger und zu Hydriodsäure.

Mit 1/20 Phosphor entsteht ein schwarzes Jodure, welches schon bei + 46° schmelzbar ist.

Schwefel und Jod. Jodschwefel. *Jodure de soufre.*

Durch Erwärmen läfst sich das Jod mit dem Schwefel vereinigen; die Verbindung ist eine graue strahlige glänzende Masse, welche bei + 60° schmelzbar und in Wasser unauflöslich ist. Durch eine etwas erhöhte Temperatur wird die Verbindung zersetzt.

Das Jod löst sich in seinem vierfachen Gewicht Kohlensulfurid auf, woraus eine purpurrothe Flüssigkeit entsteht.

Kohlenstoff und Jod.

Auf directem Wege lassen sich Kohlenstoff und Jod nicht miteinander vereinigen. Nach Serullas kann diese Verbindung aber hergestellt werden, wenn man das Jod mit einer Auflösung von kaustischem Kali oder Natron in Weingeist übergiefst. Es bildet sich alsdann in der Flüssigkeit ein Jodkohlenstoff in gelblichen glänzenden Blättchen. Die Verbindung besitzt einen aromatischen safranartigen Geruch. Specifisch Gewicht 2,0; löset sich weder in Wasser noch in Alkalien oder Säuren auf, wohl aber in Alkohol und Aether. Durch Chlor wird sie zersetzt; eben so durch eine erhöhte Temperatur, obgleich sich alsdann ein Theil davon sublimirt.

Wird dieser Jodkohlenstoff mit seinem Gewicht Chlorphosphor im Maximo des Chlors erhitzt, so verbindet sich das Jod mit dem Kohlenstoff in einem andern Verhältnisse zu einer gelben ölartigen Flüssigkeit von einem angenehmen ätherischen Geruch und einem kühlenden süfsen Geschmack. Sie sinkt in Schwefelsäure zu Boden und wird an der Luft rosenroth. Die Verhältnisse zwischen Jod und Kohlenstoff in den beiden Verbindungen sind noch nicht gehörig ausgemittelt.

S. Serullas in den *Annales de Chimie* B. 25. S. 311.

Das Jod kann sich auch nach Faraday mit Kohlenwasserstoff verbinden, wenn man es mit dem Deutokohlenwasserstoffgas den Sonnenstrahlen aussetzt. Die Verbindung krystallisirt in farbenlosen durchscheinenden Prismen und Tafeln, von einem angenehmen aromatischen Geruch und gewürzhaftem Geschmack. Sie schmilzt in der Wärme und ist sublimirbar. Löst sich weder in Wasser noch in Säuren noch in Alkalien auf, ist aber auflöslich in Weingeist in Aether und in den fetten und flüchtigen Oelen. S. Faraday *Annals of philos.* 1821. N. 8. S. 118.

Anwendung des Jods.

Die Auflösung des Jods in Wasser oder Weingeist ist ein sehr gutes Reagens, um kleine Quantitäten Stärke zu entdecken. Seine Verbindung mit der Stärke ist dunkelblau oder röthlich. Beim Austrocknen an der Luft verflüchtigt sich das Jod, und die Stärke bleibt farbenlos zurück. Ist in einer Flüssigkeit zu viel Stärke vorhanden, so kommt durch Hinzusetzung einer geringen Quantität Jod die Farbe fast gar nicht zum Vorschein.

Das Jod wird auch als Arzneimittel zum innerlichen und äufserlichen Gebrauch gegen den Kropf angewendet. In gröfseren Gaben gereicht, bringt es aber die Wirkungen eines Giftes hervor.

10. Brom. Bromium. Brome.

Das Brom wurde von Balard zu Montpellier im Jahr 1826 entdeckt, und zwar in der Mutterlauge, welche nach dem Absetzen des Kochsalzes von dem Seewasser des mittelländischen Meeres zurückbleibt. Nachdem fast alles Kochsalz herauskrystallisirt ist, befindet sich das Brom in der Flüssigkeit mit Magnesia verbunden und bildet ein hydrobromsaures sehr zerfliefsliches Salz. Balard nannte diesen neuen Stoff Muride; allein da dieser Körper einen eigenthümlichen sehr unangenehmen Geruch hat, so schlug die chemische Section der Pariser Akademie vor, ihn Brom von *βρωμος*, foetor, zu nennen, welche Benennung allgemein angenommen ist.

Bald nach dieser Entdeckung wurde das Brom in verschiedenen Pflanzen und Thieren, welche im Meere leben, gefunden; ferner im Wasser des todten Meeres von Christian Gmelin und Hermbstädt, so wie in einigen Mineralquellen von Kissingen, in den Mutterlaugen vieler Salzquellen; von Liebig in den zu Theodorshall bei Kreuznach; in der nach Rosenheim in Bayern geleiteten Salzsoole; von Frommherz in den Salinen zu Derrheim, Schweiningen, Wimpfen, Offenau und Jaxtfeld, in der Rappenauer Soole am Neckar von Geiger; in der Schönebecker von Herrmann; von Meisner in dem deutschen Brunnen bei Halle etc. Hollunder will davon Spuren mit Jod begleitet in einigen Zinkerzen von Oberschlesien und Polen angetroffen haben.

Darstellung des Broms nach Balard.

Man läfst in die Mutterlauge aus dem Seewasser oder aus den Salinen so lange einen Strom von Chlorgas streichen, bis sie eine orangegelbe Farbe angenommen hat. Da in der Mutterlauge hydrobromsaure Magnesia enthalten ist, so verbindet sich hier das Chlor mit dem Wasserstoff der Hydrobromsäure zu Salzsäure, und diese vereinigt sich mit der Magnesia, welche in der Flüssigkeit an Hydrobromsäure gebunden war, zu salzsaurer Magnesia; hierdurch

wird nun das Brom in Freiheit gesetzt, und löst sich in der Mutterlauge auf, wodurch diese die orangegelbe Farbe annimmt. Die gelbe Flüssigkeit wird alsdann mit Schwefeläther geschüttelt, welcher das freigewordene Brom aufnimmt, und sich als eine hyacinthrothe Flüssigkeit auf der Oberfläche der Mutterlauge absetzt. Der gefärbte Aether wird vermittelst eines Hebers in eine leere Flasche gebracht und mit einer Auflösung von kaustischem Kali geschüttelt, wodurch er augenblicklich entfärbt, und wobei das Brom durch Zersetzung des Wassers in Hydrobromsäure und Bromsäure verwandelt wird, welche sich mit dem Kali zu hydrobromsaurem und bromsaurem Kali verbinden. Der auf diese Weise entfärbte Aether wird abgegossen und kann nun nochmals zur Entfärbung von Bromauflösungen verwendet werden.

Die durch die entstandenen Säuren des Broms zum Theil gesättigte Kalilauge wird bis zur Trockne abgeraucht mit schwarzem Manganoxyd und mit Schwefelsäure, welche zuvor durch die Hälfte ihres Gewichts Wasser verdünnt ist, vermengt, und aus einer Retorte destillirt, deren Mündung unter die Oberfläche des in der Vorlage enthaltenen abgekühlten Wassers reicht.

Beim Erwärmen der Retorte entwickelt sich das Brom in dunkelrothen Dämpfen, welche hinsichtlich ihrer Farbe der salpetrigen Säure ähnlich sind. Sie verdichten sich in der durch Eis abgekühlten Vorlage und fallen als braune Tropfen in das kalte Wasser, worin sich nur sehr wenig davon auflöst.

Um das unter Wasser gesammelte Brom ganz rein zu erhalten, destillirt man es noch einmal aus einer Retorte über trocknen salzsauren Kalk in eine gut verkittete Vorlage, welche durch ein Gemeng von Eis und Kochsalz abgekühlt wird.

Da die Darstellung des Broms durch den dazu nöthigen Aether immer etwas kostspielig wird, so haben Herrmann in Schönebeck so wie Carl Löwig in Kreuznach andere Verfahrungsarten angegeben, wobei man den Aether entbehren kann.

Löwig, welcher das Brom seit einigen Jahren aus der Kreuzmacher Soole im Großen bereitet, hat darüber eine

besondere Schrift herausgegeben unter dem Titel: Das Brom und seine chemischen Verhältnisse. Heidelberg bei Winter 1829.

Um das Brom zu gewinnen, raucht Löwig die Mutterlauge in einem eisernen Kessel bis auf ⅓ ab und läſst sie einige Tage stehen, bis keine Salze mehr herauskrystallisiren. Dann wird die Flüssigkeit von der krystallinischen Salzmasse abgegossen, wieder mit etwas Wasser verdünnt und nun so lange mit Schwefelsäure versetzt, bis kein Niederschlag von Gyps mehr entsteht. Der Gyps wird von der Flüssigkeit getrennt, indem man sie durchseihet, alsdann wird sie noch einmal abgeraucht und der Rückstand wieder in seinem Gewicht Wasser aufgelöst, wobei sich noch etwas Gyps abscheidet. Diese Flüssigkeit wird nun unter Zusatz von Manganoxyd und Salzsäure in Ueberschuſs angewendet, destillirt, wobei das Brom in die Vorlage übergeht.

Eigenschaften des Broms.

Bei der gewöhnlichen Temperatur ist das Brom eine Flüssigkeit, welche in Masse und im reflectirten Lichte betrachtet, dunkelbraun in dünnen Schichten aber und bei durchfallendem Lichte hyacinthroth erscheint.

Der Geruch ist sehr unangenehm und dem des Chloroxyds ähnlich, aber noch viel stärker. Es hat einen scharfen widrigen Geschmack, leitet nicht die Elektricität, hat ein specifisches Gewicht von 2,966 und sinkt in Schwefelsäure schnell zu Boden, so daſs es sich unter derselben sehr gut aufbewahren läſst. An der atmosphärischen Luft verdunstet es stark, und verbreitet dadurch seinen widrigen Geruch. Das Brom kann sich nach Löwig mit Wasser verbinden, wenn man ein Gemeng von Brom mit wenig Wasser einer Temperatur von 0 aussetzt. Das Bromhydrat bildet rothe octaëdrische Krystalle, die sich bei + 12° noch unzersetzt erhalten. Bei + 47° C. siedet es, und bildet rothe Dämpfe. Bei einer Temperatur von — 20° C. wird es fest, und bildet eine krystallinische bleigraue Masse von metallischem Glanze.

Mit dem Chlor hat es einige Analogie, wird aber durch Chlor aus seinen Verbindungen ausgetrieben, so wie die Jod-Verbindungen durch Brom zersetzt werden.

Gleich nach der Entstehung des Broms war man geneigt, es für ein Chloroxyd zu halten; mit dieser Verbindung hat es aber nur einige physische Eigenschaften gemein, kann aber damit auf keine Weise verwechselt werden.

Das Wasser löst nur wenig Brom auf, aber im Weingeist und vorzüglich in Aether ist es leicht auflöslich. Seine Auflösung in Wasser wird durch die Sonnenstrahlen entfärbt; das Wasser zersetzt sich nämlich, wobei sich Hydrobrom und Bromsäure bilden. Auch die Auflösungen desselben in Weingeist und Aether halten sich an der Sonne nicht.

Die organischen Substanzen werden davon zerstört und gebleicht. Auf den menschlichen Körper scheinen die Bromdämpfe keinen so nachtheiligen Einfluſs zu haben als das Chlor, da es aber doch die Miasmen zerstört, so hat Löwig aus diesem Grunde vorgeschlagen, es ebenfalls zu Räucherungen anzuwenden.

Auf der Haut bringt es gelbe Flecken hervor, welche aber bald wieder verschwinden.

Mit Sauerstoff und mit Wasserstoff verbindet sich das Brom und bildet eigenthümliche Säuren, welche bei den Säuren vorkommen werden.

Mit Stickstoff scheint das Brom keine Verbindung einzugehen, wenigstens wird sie durch Schütteln des Broms mit Ammonium nicht hervorgebracht.

Das Chlor wird durch Brom bei einer niedrigen Temperatur zu einer rothgelben übelriechenden Flüssigkeit condensirt. Diese Flüssigkeit Chlorbrom, *Chlorure de brome*, verflüchtigt sich zu einem dunkelgelben Dampf, löst sich in Wasser leicht auf, ohne es zu zersetzen, und bleicht das Lakmuspapier, röthet es aber nicht.

Das Kohlenbrom, *Carbure de brome*, wird nach Löwig in fester Gestalt erhalten, wenn man Brom in Kalilauge leitet, oder durch fortgesetztes Einwirken des Broms auf Aether und der darauf folgenden Destillation; es enthält aber wahrscheinlich auch Wasserstoff, wie diejenige farb-

lose Flüssigkeit, welche man nach Serullas aus dem Brom erhält, das man mit ölbildendem Gas in Berührung bringt.

Der Phosphor verbindet sich mit dem Brom unter Feuererscheinung, und selbst dann, wenn die Luft auch vollkommen ausgeschlossen ist. Wen man auf ein Stück Phosphor einige Tropfen Brom giefst, so findet eine plötzliche Entzündung statt, wobei der brennende Phosphor weit umhergeworfen wird, wefshalb es nicht rathsam ist, diesen Versuch während der Vorlesung zu machen.

Die Verbindung mit dem Minimum des Phosphors ist eine rauchende Flüssigkeit, welche bei — 12° R. ihre Liquidität behält, und noch mehr Phosphor aufnehmen kann.

Die Verbindung mit dem Maximum des Phosphors ist fest, und läfst sich in gelben Krystallen sublimiren. Sie schmilzt zu einer rothen Flüssigkeit, verbreitet an der Luft stechende rothe Dämpfe und wird vom Wasser unter Erhitzen in Phosphorsäure und Hydrobromsäure zersetzt.

Der Schwefel vereinigt sich mit dem Brom durch unmittelbare Berührung zu einer rauchenden dunkelrothgelben Flüssigkeit, welche durch kochendes Wasser mit einer schwachen Explosion zersetzt wird, woraus Hydrobromsäure, Schwefelwasserstoff und Schwefelsäure entstehen.

Das Jod verbindet sich mit dem Brom zu Jod-Brom, *Bromure d' Iode*, wovon die Vereinigung im Maximum des Jods fest ist und sich in röthlichbraunen Krystallen sublimiren läfst. Die Verbindung im Minimum des Jods verhält sich wie eine dunkelbraune Flüssigkeit, welche in Wasser leicht auflöslich ist, und das Lakmuspapier bleicht.

Das Selen vereinigt sich nach Serullas mit dem Brom in verschiedenen Proportionen; diese Verbindungen sind von rothbrauner Farbe, flüchtig, rauchen an der Luft und zersetzen das Wasser.

Anwendung des Broms.

Nach Versuchen von Douné ist die Bromtinctur als ein sehr wirksames Gegenmittel bei Vergiftungen von Strychnin, Brucin und Veratrin gefunden worden. Uebrigens wird das Brom auch in wässeriger Auflösung oder als hydro-

bromsaures Kali nach Pourché bei Behandlung der Scropheln und des Kropfs mit Erfolg angewendet.

Dritter Abschnitt.

Zusammengesetzte Körper.

Nachdem wir die Eigenschaften der einfachen brennbaren Körper und die Verbindungen derselben unter einander kennen gelernt haben, so gehen wir nun zur Betrachtung jener einfachen Körper in Berührung mit Sauerstoff über, mit welchem sie sich nicht allein vermengen, sondern auch vereinigen können; im ersten Falle ist das Resultat ein einfaches Gemenge, im zweiten aber entsteht eine Verbindung, welche ein Oxyd oder auch eine Säure seyn kann.

Atmosphärische Luft.

Die atmosphärische Luft ist als ein Gemeng von Stickgas und Sauerstoffgas, nicht aber als eine chemische Verbindung der beiden genannten Körper zu betrachten; die Gründe dieser Annahme werden weiter unter bei den chemischen Eigenschaften der Atmosphäre näher entwickelt werden.

Wenn wir uns, um über die ursprüngliche Entstehung der Luft einige Aufklärung zu erlangen, vorstellen, dafs weder anziehende noch abstofsende Kräfte vorhanden, dafs alle irdischen Elemente neben und durcheinander in ein Chaos vermengt wären, und dafs nun plötzlich die Attraction und die Wärme entstünden, so würden die zerstreuten Elemente auf einander zuwirken anfangen und sich zuverbinden streben. Aus dieser gegenseitigen Einwirkung würden alsdann dreierlei Arten von Körpern entstehen; nämlich: die festen, die flüssigen und die luftförmigen. Die festen würden nach angenommener Ruhe das Centrum des Erdballs einnehmen oder den eigentlichen Kern der Erde ausmachen. Die flüssigen würden die Oberfläche der Erde bedecken und die Zwischenräume der festen Körper ausfüllen; die gasförmigen endlich würden über den festen und flüssigen Körpern eine Schicht bilden, und diese mehr oder weniger dichte

Schicht ist die Luft oder Atmosphäre (von ατμος Dunst und σφαιρα, globus).

Die ganze Erde ist von jener elastischen Flüssigkeit umgeben, welche mittelst der Attraction des Erdballs an seiner Oberfläche bleibt, und sich mit demselben um die Sonne bewegt; ohne diese Anziehungskraft der Erdmasse würde sich die Luft in das Unendliche ausbreiten. Dieser Attractionskraft der Erde also ist es zuzuschreiben, daſs die unteren, der Oberfläche der Erde am nächsten liegenden Schichten der Luft am dichtesten sind; je höher man steigt, desto mehr nehmen sie an Dichtigkeit ab, oder werden dünner, und zwar so, daſs die Dichtigkeit der Schichten sich in geometrischer Progression vermindert, so wie die Höhe derselben in arithmetrischer Progression zunimmt, woraus endlich bei fortgesetztem Abnehmen an Dichtigkeit ein luftleerer Raum entstehen müſste.

Nach den bekannten Gesetzen der Verdichtung, so wie nach den auf die Erscheinungen der Strahlenbrechung gegründeten Berechnungen nimmt man die Höhe der Atmosphäre zu 9⅔ geographische Meilen an. Ob und wie weit sie sich über diese Höhe hinaus erstreckt, ist ein Gegenstand der Speculation.

Physische Eigenschaften der Luft.

Sie ist durchsichtig und farbenlos, wenn sie in kleinen Schichten betrachtet wird; in gröſseren Massen aber erscheint sie blau. In ihrem reinen Zustand hat sie weder Geruch noch Geschmack. Durch unser Gefühl wird sie nur dann bemerkbar, wenn sie in Bewegung ist. Wenn das Gleichgewicht der Luft durch ungleiche Erwärmung der Atmosphäre auf einzelnen Stellen unterbrochen wird, so entstehen aus diesem Luftzuge die Winde, welche auch noch durch andere weniger bekannte Ursachen hervorgebracht werden können. Demzufolge ist der Wind ein Luftstrom, dessen wellenförmige Schwingung wir durch das Gehör und Gefühl wahrnehmen können.

Sie ist wägbar, sehr elastisch und compressibel. Hundert Cubikzoll Luft wiegen bei + 12° R. und bei 30 engl.

Zollen Barometerstand nach Prout 31 Gran; sie ist daher 770 mal leichter als Wasser. Ihr specifisches Gewicht wird zu 1000 als eine bestimmte Einheit angenommen, mit welcher das specifische Gewicht aller übrigen Gasarten und Dämpfe verglichen wird.

Die älteren Philosophen wufsten nicht, dafs die Luft ein wägbarer Stoff sey; diese Entdeckung wurde 1640 von Galilei und Torricelli in Florenz gemacht, und endlich wurde die Ponderabilität der Luft von Pascal aufser allen Zweifel gesetzt.

Galilei hatte nämlich beobachtet, dafs eine Flasche mit comprimirter Luft mehr wog, als ein mit nicht comprimirter Luft angefülltes Gefäfs. Da es eine bekannte Sache war, dafs die Brunnenmeister das Wasser in einer Pumpe nicht höher als 32 Fufs bringen konnten, so unternahm es Torricelli, die Ursache dieser Erscheinung zu ergründen. Durch einen sinnreichen Versuch gelang es ihm, seinen Zweck zu erreichen. Er vermuthete nämlich, dafs der Druck der Luft einer Wassersäule von 32 Fufs Höhe das Gleichgewicht halte; und um hierüber Gewifsheit zu erlangen, füllte er eine 30 Zoll lange Glasröhre mit Quecksilber an, verschlofs das offene Ende der Röhre mit dem Finger, kehrte sie um und tauchte die senkrecht gehaltene Röhre ins Quecksilber und liefs nun den Finger los.

Das Quecksilber sank bis auf einen gewissen Punkt, oscillirte einige Zeit, und blieb endlich auf etwa 28 Zoll über der Oberfläche des Quecksilbers, worin die Röhre getaucht war, stehen, ohne weiter herabzusinken. Eine solche mit Quecksilber angefüllte Röhre, die Torricellische Röhre genannt, liegt der Construction des Barometers zu Grunde. *)

Diefs Resultat lehrte ihn, dafs das Quecksilber 13,5mal weniger in der Röhre steigt, als das Wasser, und da nun das Quecksilber 13,5mal schwerer ist als Wasser, so machte er hieraus den Schlufs, dafs die Ursache, welche das Wasser in der Röhre bis auf 32 Fufs hob, die nämliche seyn

*) Von βαρος Schwere und μετρεω messen.

seyn müsse, welche das Quecksilber bis auf 28 Zoll zu heben im Stande war, und daſs diese keine andere als die Schwere der Luft seyn könnte; denn nachdem er die 32 Fuſs der Wassersäule oder 384 Zoll mit 13,5 Zoll der Quecksilbersäule dividirte, erhielt er zum Quotienten etwa 28 Zoll.

Ein Quadratfuſs der Erdoberfläche trägt daher bei 28 Zoll Barometerhöhe, 2216⅔ Pfund Luft und ein Mann von mittlerer Gröſse ist mit etwa 32000 Pfd. Luft beschwert, ohne davon einen Druck zu empfinden, weil durch den Gegendruck der im Körper sich befindenden elastischen Flüssigkeiten das Gleichgewicht hergestellt wird.

Aus dem obengesagten folgt nun, daſs das Barometer in tiefen Gruben steigen und auf hohen Bergen fallen müsse, und dieſs ist auch so regelmäſsig der Fall, daſs man die Höhe der Berge durch das auf denselben stattfindende Fallen des Barometers beurtheilen und messen kann, wobei man im Allgemeinen gefunden hat, daſs eine Linie Verminderung der Höhe der Quecksilbersäule im Barometer einer senkrechten Höhe von 78 Fuſs entspricht.

Der Druck der Luft ist nicht immer von gleicher Stärke und kann in kurzer Zeit merkliche Veränderungen erleiden, so daſs das Barometer um einige Linien steigt oder fällt, von welchem abwechselnden Druck uns aber die Ursachen nicht hinreichend bekannt sind.

In hohen Gegenden steht das Barometer im Durchschnitt immer tiefer als in niedrigen; so ist z. B. der mittlere Stand des Barometers in München, welche Stadt sehr hoch, nämlich 1638 Par. Fuſs über der Meeresfläche liegt, 26 Zoll und 5,3 Linien; in einigen niedriger, nur wenig über der Meeresfläche liegenden Städten Hollands hingegen 28 Zoll und 2 Linien. Der Mittelstand des Barometers an der Oberfläche des mittelländischen Meeres wird zu 28 Zoll 6 Linien angenommen.

Das Steigen des Quecksilbers im Barometer deutet also an, daſs die Luft einen stärkeren Druck ausübt, so wie das Fallen desselben das Gegentheil anzeigt; daher auch das Barometer unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht, sogleich beträchtlich fällt.

Ein starker Druck der Luft, welcher einen hohen Barometerstand zur Folge hat, deutet in der Regel (nicht immer) auf gutes Wetter hin, so wie das tiefe Fallen des Barometers ein Vorbote von Regen, Schnee, Sturm und Erdbeben ist.

Die die Körper umgebende Luft übt auf sie einen von allen Seiten gleichen Druck aus, selbst die untern Schichten der Luft haben von den über ihnen sich befindenden einen starken Druck zu ertragen. Wenn man daher etwas Luft in eine gut verschlossene Blase oder in eine Glocke mit Wasser unter den Recipienten der Luftpumpe bringt, so wird sich diese kleine Quantität Luft aufserordentlich ausdehnen, so wie sie den Druck der Atmosphäre nicht mehr zu tragen hat.

Mariotte'sches Gesetz.

Die interessantesten Versuche, welche über das Zusammendrücken der Gasarten gemacht wurden, sind die von Boyle und Mariotte; von letzterem wurde das Gesetz aufgefunden, dafs sich die Räume, welche die Luft einnimmt, umgekehrt wie die der drückenden Kräfte verhalten, so dafs eine gegebene Quantität Luft, welche durch eine doppelt so hohe Quecksilbersäule wie die der Atmosphäre ist, zusammengedrückt wird, einen halb so grofsen Raum einnimmt, als wenn sie sich unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre befindet. Wird die Luftmasse mit 3, mit 6 oder 8 u. s. w. Barometersäulen belastet, so nimmt sie den dritten, sechsten oder achten Theil des Raumes ein, welchen sie unter dem gewöhnlichen Druck hat.

Diefs für die atmosphärische Luft aufgefundene Mariotte'sche Gesetz ist auch suf die Gasarten anwendbar, wenn sie bei einem starken Druck nicht tropfbar flüssig werden, wie diefs indessen mit schwefelichtsaurem Gas, Cyangas und einigen andern Gasarten der Fall ist.

Desprez hat auch gefunden, dafs mit dem Wasserstoffgas bei einem Druck von 20 Atmosphären-Abweichungen vom Mariotte'schen Gesetz statt finden. Er hält es ebenfalls für wahrscheinlich, dafs die Luft selbst bei einem sehr grofsen Druck dem Mariotte'schen Gesetze nicht mehr

entspricht, so wie er wirklich durch Versuche gefunden hat, dafs die vom Wasser leicht auflöslichen Gasarten bei verstärktem Druck eine gröfsere Verdichtung erleiden, als nach dem Mariotte'schen Gesetze erfolgen sollte.

Druck der Luft auf feste Körper.

Dafs die Luft auch seitwärts und von unten drückt, dazu können zwei mit Wasser gefüllte Gefäfse, wovon das eine an der Seite und das andere unten eine kleine runde Oeffnung hat, als Beleg dienen. Das Wasser wird, wenn die Flaschen gut mit Körken verschlossen sind, vermittelst des Drucks der Luft verhindert, durch die kleinen Oeffnungen auszulaufen, bis dafs der Kork geöffnet wird; einen Beleg hiezu gibt im gemeinen Leben ein angebohrtes Weinfafs, bei welchem aus der gebohrten Oeffnung der Wein nicht eher fliefst, bis dafs oben der Spunt geöffnet wird.

Der Druck der Luft vermindert auch das Volumen einiger fester Körper, und hat insofern auf ihr specifisches Gewicht Einflufs. Wenn man z. B. ein Stück Korkholz mit so viel Blei belastet, dafs es im Wasser untersinkt, so wird das Korkholz, wenn es mit dem Wasser unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht wird, wieder in die Höhe steigen, weil der Kork, wenn er den Druck der Luft nicht mehr zu tragen hat, sich ausdehnt, und dadurch ein geringeres specifisches Gewicht annimmt.

Da sich nun der Druck der Atmosphäre mit jedem Augenblick verändern kann, so geht hieraus die Nothwendigkeit hervor, dafs man bei Bestimmungen des Raums aller Gasarten stets den Stand des Barometers, so wie den des Thermometers zu Rathe ziehen mufs, weil die Gasarten bei dem mehr oder weniger starken Druck der Luft, eben so wie durch Wärme oder Kälte auch einen gröfseren oder kleineren Raum einnehmen werden.

Alle Raumveränderungen, welche vom Druck der Atmosphäre auf ein Volumen Luft hervorgebracht werden, finden auch bei allen übrigen Gasarten statt. Auch die Höhe der zum Sperren der Glocken, welche Gasarten enthalten, angewendeten Flüssigkeiten, hat einen Einflufs auf

das Volumen derselben. Wenn sich z. B. ein Gas in einer Glocke befindet, bei welcher das Niveau der Sperrflüssigkeit im Innern und Aeufsern der Glocke nicht von gleicher Höhe ist, so wird das in der Glocke eingeschlossene Gas entweder comprimirt oder ausgedehnt seyn, und sich daher nicht mehr wie die Luft verhalten *).

Ist nämlich das Niveau der Flüssigkeit in der Glocke höher als das äufsere Niveau, so ist das Gas mehr ausgedehnt, als die umgebende Atmosphäre; im umgekehrten Fall, wenn das innere Niveau der Flüssigkeit tiefer ist als das äufsere, befindet sich auch das Gas in einem mehr comprimirten Zustand als die Luft, indem es aufser dem Druck der Atmosphäre noch die Säule der Flüssigkeit, welche den Unterschied von dem äufseren Niveau ausmacht, zu tragen hat. Es mufs daher die Oberfläche der Flüssigkeit in der Glocke mit der Oberfläche der Flüssigkeit aufser derselben ganz auf die nämliche Höhe gebracht werden, wenn das Gas nicht entweder comprimirt oder ausgedehnt seyn soll.

Sollten es die Umstände nicht erlauben, das innere Niveau des Quecksilbers dem äufseren gleichzustellen, so kann man auch durch eine leichte Berechnung seinen Zweck erreichen, und zu dem nämlichen Resultate gelangen. Wir wollen annehmen, dafs die Quecksilbersäule in der Glocke, in welcher sich sieben Cubikzoll Gas befinden, um 4 Zoll über dem Quecksilber in der Wanne stünde; wenn daher beim Versuch der Barometerstand 28 Zoll wäre, so würde das Gas in der Glocke nur eine Atmosphäre von 24 Zoll zu tragen haben, indem die 4 Zoll von den 28 Zoll der Barometerhöhe abgezogen werden müssen. Will man nun diefs weniger comprimirte Gas auf den gewöhnlichen Druck der Atmosphäre reduciren, so hat man nur die Quantität des Gases, nämlich die 7 Cubikzoll mit 24 zu multipliciren, und die daraus entstandene Summe mit dem wirklichen Barometerstand mit 28 Zoll zu dividiren, wo alsdann

*) Wenn das Wasser als Sperrflüssigkeit angewendet wird, so haben zwei verschiedene Niveaux auf das Volumen des Gases keinen so bedeutenden Einflufs, beim Quecksilber aber ist er so grofs, dafs er in Erwägung gezogen zu werden verdient.

durch den Quotienten das auf den gewöhnlichen Druck der Atmosphäre reducirte Gas angezeigt wird; nämlich $\frac{24 \times 7}{28} = 6$ Cubikzoll. Eben so würde zu verfahren seyn, wenn das Quecksilber in der Glocke um 4 Zoll tiefer stünde als in der Wanne, unter welchen Umständen die 7 Cubikzoll Gas eine Atmosphäre von 32 Zoll zu tragen hätten, und folglich comprimirt wären. Um nun das Vol. des Gases beim gewöhnlichen Druck der Atmosphäre zu bestimmen, würden die 7 Cubikzoll Gas mit 32 multiplicirt, und das Product mit 28 dividirt, nämlich $\frac{32 \times 7}{28} = 8$ Cubikzoll.

Auf die Compressibilität und Elasticität der Luft sind die Compressionsmaschinen und die Windbüchsen gegründet. Wird eine stark comprimirte Luft plötzlich frei gelassen, so kann sie sich bis unter den Gefrierpunkt des Wassers abkühlen.

Durch ein starkes und schnelles Zusammendrücken der Luft werden Licht und Wärme frei, ohne dafs die Luft dabei ihre Spannkraft und Gasgestalt verliert. So kann man z. B. durch einen schnellen Druck der Luft in einem Cylinder Schwamm anzünden, und hieraus ist das von Dessaignes erfundene Luft- oder das sogenannte pneumatische Feuerzeug entstanden.

Wir benutzen zuweilen den Druck der Luft in der Chemie, um Flüssigkeiten aus einem Gefäfs in ein anderes zu versetzen, und hierauf beruht die Construction der Heber. Bei Entwickelung von Gasarten hat man sich vorzüglich gegen den Druck der Luft zu schützen, was Veranlassung zu den Welther'schen- und Sicherheitsröhren gegeben hat.

Der einfache Heber, dessen wir uns bedienen, besteht in einer gekrümmten Glasröhre mit 2 Knieen, wovon das eine Ende länger ist als das andere. Das kurze Ende der Röhre wird in die Flüssigkeit, welche aus einem Gefäfs genommen werden soll, gebracht, und dann saugt man die Luft mit dem Munde aus dem langen Ende der Röhre, wo alsdann durch den Druck der Atmosphäre das Ablaufen beginnen wird, oder man kann auch den ganzen Heber mit der Flüs-

sigkeit anfüllen, und nun das kurze Ende in das zu entleerende Gefäfs bringen.

Es läfst sich auch der Heber in manchen Fällen mit Nutzen anwenden, um Kalilaugen und concentrirte Säuren von einem Niederschlag zu trennen, wenn man durch Einblasen vermittelst einer andern geraden Glasröhre in das Gefäfs die Luft comprimirt, welche sich über der Oberfläche der Flüssigkeit befindet, wodurch die Flüssigkeit in den Heber getrieben wird.

Die Welther'schen Röhren werden bei Entwickelung der Gasarten angewendet, und haben zum Zweck, beim Abkühlen des Apparats die Absorption der Flüssigkeit zu verhindern, welche nach vollendeter Gasentwickelung durch den Druck der Atmosphäre unvermeidlich seyn, und oft das Zerspringen der Gefäfse zur Folge haben würde. Zu dem Ende hat Welther an der Glasröhre eine hohle Glaskugel angebracht, welche zur Hälfte mit Wasser angefüllt ist, und dazu dient, beim Abkühlen die Luft in den Apparat streichen zu lassen, wodurch die Luft in den Gefäfsen mit der äufseren Luft in Gleichgewicht gesetzt, und das Aufsteigen der Flüssigkeit verhindert wird. Siehe Figur 3.

Die Kugel b ist halb mit Wasser angefüllt; wenn sich nun aus der Retorte kein Gas mehr entwickelt, so kann die Flüssigkeit aus dem Cylinder dd nicht durch die Röhre c in die Höhe steigen, weil durch die Welther'sche Röhre mit der Kugel auch ein Druck der Atmosphäre statt findet, wodurch eine Quantität Luft in den Apparat dringen kann; denn wenn die Wassersäule durch den Druck der Luft in der Röhre bis an f gekommen ist, so wird die bis an f gedrückte Luft durch das Wasser in die Kugel b streichen, in die Retorte treten, und sich somit dem Aufsteigen der Flüssigkeit durch die Röhre C stets widersetzen.

Zu den sogenannten Woulfschen Apparaten wendet man lange Sicherheitsröhren ohne Kugel an. Siehe Figur 4. Wenn in der mittleren Oeffnung der Woulfschen Flasche eine lange und gerade Röhre (die Sicherheitsröhre) aa angebracht ist, welche nur auf einige Linien in die Flüssigkeit taugt, so kann nach vollendeter Gasentwickelung die Flüs-

sigkeit aus dem Cylinder d nicht in die Woulf'sche Flasche zurücktreten, weil durch die lange Sicherheitsröhre Luft in die Flasche dringt, welche sich der Absorption widersetzt.

Um das specifische Gewicht der Luft zu nehmen, mufs sie zuvor ganz ausgetrocknet seyn. Zu dem Ende nimmt man einen trocknen mit einem Hahne versehenen Ballon, siehe Figur 5, wovon man die Capacität genau kennt, und macht das Vacuum desselben vermittelst der Luftpumpe, alsdann wird der leere Ballon a gewogen. Durch eine Glasröhre b bringt man ihn in Verbindung mit einer senkrecht liegenden Porzellan- oder weiten Glasröhre c, welche mit trocknem salzsaurem Kalk angefüllt ist.

Wenn der Apparat aufgestellt ist, wird der Hahn des Ballons sehr wenig geöffnet, worauf die Luft langsam durch den in der Röhre sich befindenden salzsauren Kalk hindurchstreicht, dort ihr Wasser absetzt, und nun den Ballon nach und nach anfüllt. Alsdann wird der Hahn wieder geschlossen, und der Ballon aufs neue gewogen, wo nun die Zunahme des Gewichts gegen den leergewogenen Ballon das Gewicht der trocknen Luft repräsentirt. Nach diesem Versuche wiegt ein Liter trockner Luft 1,299 Gramm bei der Temperatur 0 und bei 28 Zoll Barometerstand.

Auf die nämliche Weise kann das specifische Gewicht von allen Gasarten genommen werden, indem man sie, um das Austrocknen derselben zu bewirken, langsam durch salzsauren Kalk in einen leergemachten Ballon streichen läfst.

Durch die Wärme wird die Luft sehr ausgedehnt, und zwar von 0 bis 100° um etwas mehr als ⅓ ihres Volumens, so dafs 100 Cubikzoll Luft bei 0 bis zu 100° erwärmt, nun einen Raum von 137,5 Cubikzoll einnehmen, welche gleichförmige Ausdehnung sie mit allen Gasarten gemein hat.

Da die erwärmte und folglich ausgedehnte Luft sehr leicht ist, so wurde sie von Montgolfier angewendet, um einen Ballon, die Montgolfière genannt, damit anzufüllen, in welchem Pilatre de Rozier die erste Luftreise unternahm, und damit in 17 Minuten eine Höhe von 4000 Klafter erreichte.

Nahe an der Oberfläche der Erde ist die Luft am wärm-

sten; in der Höhe findet das Gegentheil statt, indem die Luft die Sonnenstrahlen nicht zersetzen, und sich folglich dadurch nicht erwärmen kann. Nur durch denjenigen Wärmestoff, welcher von der undurchsichtigen Oberfläche der Erde ausgeschieden wird, erwärmt sie sich, und die auf diese Weise erwärmte Luft steigt in die Höhe, vermengt sich nach und nach mit der oberern kälteren, wodurch sie wieder abgekühlt wird. Aus diesem Grunde findet man die Atmosphäre immer kälter, je höher man steigt, so daſs sich ihre Temperatur bei einer gewissen Höhe, selbst im Sommer unter dem Gefrierpunkt befindet; daher schmilzt auch der Schnee selbst in den heiſsesten Sommertagen auf hohen Bergen nicht.

Luftspiegelung.

Obgleich die der Oberfläche des Erdbodens am nächsten sich befindenden Luftschichten im Allgemeinen die dichtesten sind, so treten doch bei sehr heiſsen Sommertagen und auf groſsen Flächen zuweilen Fälle ein, wo die unteren Schichten etwas verdünnter sind als die oberen, was durch das verschiedene Lichtbrechungsvermögen der dünneren und dichteren Luft wahrgenommen werden kann, woraus eine im Groſsen vorkommende Naturerscheinung, die Kümmung oder Luftspiegelung (mirage) entsteht.

Verschiedene Versuche, welche von Wollaston angestellt wurden, haben über jenes Naturphänomen viel Aufklärung gegeben.

Wenn man nach Wollaston's Beobachtungen an einem heiſsen Sommertage eine lange horizontal liegende Eisenstange oder ein schwarz angestrichenes Stück Holz, welches ebenfalls in einer horizontalen Lage von der Sonne stark beschienen wird, der Länge nach betrachtet, so sieht man die Gegenstände, welche etwa 100 bis 200 Schritte davon entfernt sind, verkehrt. Die Sonnenstrahlen erwärmen die schwarze Oberfläche, und diese theilt ihre Temperatur den ihr zunächst liegenden Schichten der Luft mit, wodurch diese ausgedehnt werden, und eine hinreichende Elasticität erhalten, um das Gewicht der oberen Schichten zu tragen. Da nun das Lichtbrechungsvermögen von der Dichtigkeit der

Luft abhängt, so müssen die der schwarzen Oberfläche am nächsten seyenden Schichten das Licht auf eine verschiedenere Weise brechen, als die etwas höheren Schichten, und zwar mit einer schnellen Abnahme, bis ~~dafs~~ die Luft etwas entfernt von der schwarzen Oberfläche nicht mehr erwärmt, und die Refraction nun wieder ziemlich constant wird.

Ein Gegenstand, horizontal über der Eisenstange oder dem schwarzen Holze betrachtet, wird 2 Bilder darstellen. Das höhere, gesehen durch die Luft der constanten Dichtigkeit, erscheint gerade, das untere, gesehen durch die Luftschichten der veränderlichen Densität, verkehrt.

Diese Erscheinung findet zuweilen sehr im Grofsen auf einem sandigen von der Sonne sehr erhitzten Boden statt, wobei die Dichtigkeit der Luft vom Boden an bis zu einer kleinen Entfernung zunimmt, alsdann wird sie ziemlich constant, und endlich nimmt sie nach der gewöhnlichen Constitution der Atmosphäre wieder langsam ab. Wenn sich nun Jemand in der mittleren Dichtigkeit der Luft befindet und einen entfernten Gegenstand betrachtet, so wird er ihn bald gerade durch directe Vision, bald verkehrt durch Reflexion wahrnehmen.

Diefs ist auch die Ursache einer bekannten Erscheinung, welche zuweilen von den Seeleuten, vorzüglich auf der Ostsee und auf heifsen Ebenen überhaupt wahrgenommen wird. Unter-Aegypten stellt zum Theil eine weite vollkommen horizontale Ebene dar, wo nur in der Entfernung auf Hügeln, welche gegen das Austreten des Nils schützen, Dörfer liegen. Wenn die Oberfläche des Bodens durch die Sonne erhitzt ist, scheint sich die ganze Gegend auf einer gewissen Entfernung in eine gänzliche Ueberschwemmung zu verlieren, und die entfernten Dörfer auf den Hügeln erscheinen als Inseln in einem grofsen See, welche man wie verkehrt im Wasser sieht. Wenn man dem Dorfe näher kommt, so entfernen sich die Gränzen dieser scheinbaren Ueberschwemmung. Das Wasser verschwindet nach und nach vor den Augen, und scheint nun ein anderes weiter entferntes Dorf zu umgeben.

Diese Erscheinung wurde an heifsen Tagen von der

französischen Armee in Aegypten häufig wahrgenommen. Alles trug dazu bei eine Täuschung vollkommen zu machen, wodurch die Soldaten oft auf eine unangenehme Weise irre geführt wurden, was in einer Sandwüste um so drückender war, indem sie nur das Bild des Wassers, das man in der Wirklichkeit am dringendsten bedurft hätte, vorstellte. Monge, welcher sich stets in Napoleons Hauptquartier in Aegypten befand, und dem wir eine Beschreibung hiervon verdanken, hatte mit vielen Andern oft Gelegenheit Zeuge dieser optischen Täuschung zu seyn.

Die Elasticität und die Compressibilität der Luft sind die Veranlassung, daſs der Schall und die Töne überhaupt entstehen, indem durch eine Vibration oder Schwingung der Körper eine wellenförmige Bewegung der Luft hervorgebracht wird.

In einer comprimirten Luft, so wie in allen comprimirten Gasarten, ist der Schall viel stärker, als in einer verdünnten; in einem vollkommen leeren Raume findet kein Ton statt.

Auf hohen Bergen, wo die Luft immer sehr verdünnt ist, kann der Schall nur schwach seyn; ein Pistolenschuſs ist dort nicht stärker als ein Peitschenknall im Thal; durch Wasser hört man den Schall noch schwächer.

Die Schnelligkeit, womit sich der Schall fortpflanzt, ist gering; er legt in einer Secunde, wenn keine widrigen Winde wehen, nur 1000 Pariser Fuſs zurück. Die Messung der Schnelligkeit des Schalls wurde auf Bergen bei Paris mit abgefeuerten Kanonen wahrgenommen. Durch die Differenz der Zeit, in welcher wir das Leuchten der abgefeuerten Kanone oder des Blitzes und den Schall der Kanone oder des Donners wahrnehmen, lassen sich die Entfernungen der Kanone oder des Gewitters von dem Platze, wo wir stehen, leicht berechnen.

Chemische Eigenschaften der Luft.

Seit den ältesten Zeiten, und vorzüglich seit Aristoteles, wurde die Luft für ein Element und für die einzige im Weltraume existirende Gasart gehalten; allein seit

der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ist sie uns als ein Gemeng von Sauerstoffgas und Stickstoffgas in unveränderlichen Verhältnissen bekannt, welche stets mehr oder weniger kohlensaures Gas und Wasserdämpfe mit sich führt. Aufserdem enthält die Luft noch nach einer ältern Ansicht Lichtstoff, Wärmestoff und Elektricität, welche wir hier vor der Hand unbeachtet lassen, erstlich weil die Existenz des Lichts zum Theil noch problematisch ist, und weil zweitens unwägbare Stoffe durch die Analyse ihrer Quantität nach nicht angegeben werden können.

Man hat die Luft aus verschiedenen Gegenden der Erde untersucht, von hohen Bergen und aus tiefen Thälern, selbst unter dem Aequator und den Polen zu. Gay Lussac erhob sich in einer Luftschifffahrt 3600 Klafter über der Meeresfläche und brachte von dieser Höhe Luft mit; aber bei allen Untersuchungen der eben erwähnten Luftarten fand man die Quantität des Sauerstoffgases und des Stickstoffgases stets in constanten Verhältnissen.

Nach den genauesten Prüfungen besteht die Luft, dem Volumen nach, aus 21 Sauerstoffgas (oder 23 Sauerstoff an Gewicht) aus $78^{99}/_{1000}$ Stickstoffgas und aus $^{1}/_{1000}$ kohlensaurem Gas, welch letzteres Gas an Quantität aber in verschiedenen Gegenden und Jahreszeiten veränderlich seyn kann.

Scheele machte zuerst die Analyse der Luft durch eine Auflösung von Schwefelkali, und Lavoisier durch Quecksilber, welches lange Zeit in einem bestimmten Raum von Luft beinahe kochend erhalten wurde. In allen Fällen, wo ein Körper auf die Luft zersetzend einwirkt, bemächtigt er sich des Sauerstoffs derselben, und läfst das Stickstoffgas zurück.

Fast alle organischen nicht mehr lebenden Körper absorbiren langsam einen Theil des Sauerstoffs aus der Atmosphäre; ebenso absorbirt die schwarze Dammerde den Sauerstoff ziemlich schnell, wefshalb die Luft in lange verschlossenen Kellern und Gruben ohne Zuglöcher zum Einathmen sehr gefährlich werden kann.

Ein brennendes Licht verzehrt bald den Sauerstoff

der Luft, aber nicht vollkommen, wie dieſs überhaupt mit vielen brennenden und nicht brennenden Körpern der Fall ist.

Um die Analyse der Luft zu machen, d. i. um die Quantität des Sauerstoffs zu bestimmen, müssen also solche Stoffe angewendet werden, welche bei einer niedrigen oder bei einer hohen Temperatur die Eigenschaft besitzen, den Sauerstoff ganz vollkommen zu absorbiren.

Oft läſst sich indessen die Analyse der Luft nicht an dem Orte machen, wo sie sich gerade befindet, und von welcher man doch die Verhältnisse erforschen will, wie auf hohen Bergen oder in den Sälen eines Krankenhauses u. s. w. Zu dem Ende begibt man sich an den Ort, dessen Luft man prüfen will, mit einer gut verstopften Flasche, welche mit destillirtem Wasser ganz angefüllt ist, und öffnet sie dort, bis das Wasser beinahe ganz herausgelaufen ist, verschlieſst sie wieder und trägt sie, den Kork nach unten gekehrt, dahin, wo man die Analyse bequem vornehmen kann.

Wollte man aber die Luft aus einer tiefen Grube oder aus einem Brunnen untersuchen, wohin man wegen schädlicher Gasarten nur mit Gefahr gelangen könnte, so läſst man eine mit Wasser angefüllte Flasche, deren Oeffnung in ein Gefäſs Wasser taucht, mit Stricken herunter, und hebt alsdann durch einen der Stricke die Flasche, um das Wasser auslaufen zu lassen, worauf sie sich mit der in der Tiefe sich befindlichen Luft anfüllt; alsdann läſst man den Strick wieder nach, so daſs sich der Hals der Flasche wieder in das Gefäſs mit Wasser tauchet, und zieht alsdann den ganzen Apparat wieder in die Höhe.

Diejenigen Körper, welche die ganze Quantität des Sauerstoffs aus der Atmosphäre schnell absorbiren, und welche deſshalb mit gutem Erfolg zur Analyse der Luft angewendet werden können, nennt man eudiometrische Mittel, und die Apparate selbst, worin die Trennung vorgenommen wird, Eudiometer oder Luftgütemesser. Die Eudiometrie selbst hat aber sehr viel von ihrer Bedeutung verloren, seitdem man weiſs, daſs eine der Gesundheit

schädliche Luft eben so viel Sauerstoff enthält, als jede andere.

Der Versuch von Lavoisier, die Analyse der Luft vermittelst Quecksilber zu machen, s. Fig. 6, kann mit Vortheil nicht angewendet werden, und ist nur in so fern noch historisch von hohem Interesse für uns, als er der erste war, wodurch die Verhältnisse des Sauerstoffgases in der Luft mit einiger Genauigkeit bestimmt wurden; außerdem kann aber das aus jenem Versuch hervorgegangene Product, das rothe Quecksilberoxyd dazu dienen, die Synthesis der Luft wieder zu bewerkstelligen.

Als solche eudiometrische Mittel, welche bei einem gänzlichen Absorbiren des Sauerstoffgases ein schnelles und sicheres Resultat liefern, verdienen vorzüglich die folgenden drei genannt zu werden: Phosphor, Wasserstoffgas und Schwefelleberauflösung.

1) *Eudiometer durch Phosphor.*

Das schnelle Verbrennen des Phosphors mit Flamme in einer gegebenen Quantität Luft gibt nicht immer ein ganz sicheres Resultat, weil die Luft durch den brennenden Phosphor plötzlich sehr ausgedehnt wird, wodurch einige Luftblasen aus der Glocke getrieben werden können.

Das langsame Verbrennen des Phosphors hat vor dem ebenerwähnten Verfahren entschiedene Vorzüge. Um dieses zu bewirken, bringt man in eine graduirte Röhre von etwa zwölf Zoll Länge und zwei Linien Durchmesser, welche in hundert gleiche Theile getheilt ist, ein auf einem feinen Glasstab befestigtes Stück Phosphor und sperrt die Röhre mit Quecksilber, über welchem sich etwas luftfreies Wasser befindet. Der Phosphor wird rauchen und die Sperrflüssigkeit nach und nach in die Höhe steigen. Wenn der Phosphor nicht mehr im Dunkeln leuchtet, so ist die Operation vollendet. Die verschwundene Luft zeigt den durch Phosphor absorbirten Sauerstoff an, wozu nach Berthollet noch $\frac{1}{40}$ vom übrig gebliebenen Stickgas gerechnet werden muſs, weil sich dieses durch Aufnahme von Phosphordämpfen um so viel ausdehnt.

Wenn der Versuch mit Genauigkeit angestellt wird, so verliert die atmosphärische Luft dadurch 0,21 an ihrem Volumen. Bei trockener Luft über Quecksilber absorbirt der Phosphor nicht allen Sauerstoff, weil er von der sich bildenden phosphorichten Säure bedeckt, seine fernere Einwirkung auf den Sauerstoff verliert; um dieſs zu verhindern, bedeckt man das Quecksilber mit einer dünnen Schicht von luftleerem Wasser. Wenn aber die Luft mit Oelgas oder mit Dämpfen von Schwefeläther, Naphta und Terpentinöl vermengt ist, so kann der Phosphor nicht als eudiometrisches Mittel angewendet werden, weil in diesem Fall nach Graham das langsame Verbrennen des Phosphors unter + 15° R. nicht statt findet. S. Kastner Archiv B. 18. S. 242.

2) *Eudiometer durch Wasserstoffgas.*

Der Apparat, in welchem die Zersetzung der Luft durch Wasserstoffgas vorgenommen wird, ist bekannt unter dem Namen des Volta i'schen Eudiometers. Er besteht in einer Röhre von starkem Glase, welche etwa 10 Zoll Länge und ½ Zoll Durchmesser hat. Man bringt in die mit Wasser angefüllte Röhre, welche im Innern zwei abgerundete Metalldrähte hat, um den elektrischen Funken durchstreichen zu lassen, hundert Volumina Luft und hundert Volumina Wasserstoffgas, und verschlieſst sie unten durch einen Hahn. Alsdann läſst man vermittelst einer geladenen Leidener Flasche den elektrischen Funken hindurchschlagen, wodurch 2 Volumina Wasserstoffgas mit 1 Volumen Sauerstoffgas verbrennen, und gänzlich verschwinden werden. Nach einiger Zeit öffnet man den untern Hahn, worauf das Wasser bis auf einen gewissen Punkt in den Apparat steigen wird.

Bei dem Volta i'schen Eudiometer befindet sich oben eine graduirte, in 200 Theile getheilte, mit Wasser angefüllte Glasröhre, welche gerade so viel Raum enthält, als das in den Apparat gebrachte Gemeng aus 100 Theilen Luft und 100 Theilen Wasserstoffgas, durch einen Hahn verschlossen ist, und folglich mit der Röhre, in welcher das Verbrennen vor sich geht, nicht in Verbindung steht.

Wenn der Apparat vollkommen abgekühlt ist, öffnet man den oberen Hahn der graduirten Röhre, worauf das Wasser herabfallen und der Rückstand von den 200 Theilen der zur Verbrennung angewendeten Luft mit Wasserstoffgas in die graduirte Röhre treten wird.

Da nun das Gemeng aus hundert Theilen Luft und aus hundert Theilen Wasserstoffgas durch das Verbrennen einen Verlust von 0,63 erleidet, welcher in 21 Raumtheilen Sauerstoffgas und in 42 Raumtheilen Wasserstoffgas besteht, so muſs ein Rückstand von 137 bleiben, bestehend in 79 Stickstoffgas, welche in den 100 Theilen Luft enthalten waren, und 58 Wasserstoffgas, welche von den 100 angewendeten, und nach dem Verlust von 42 Raumtheilen des verbrannten Wasserstoffgases zurückblieben, weil ein Volumen Sauerstoffgas sich stets während dem Verbrennen mit 2 Volumen Wasserstoffgas verbindet.

Uebrigens kann man sich leicht davon überzeugen, daſs der oben im Eudiometer zurückgebliebene Rückstand von 137 wirklich aus 79 Stickgas und 58 Wasserstoffgas besteht, denn wenn man diesen Rückstand wieder in das Eudiometer bringt, und ihn mit der Hälfte des darin enthaltenen Wasserstoffgases, also mit 29 Sauerstoffgas vermengt, und den elektrischen Funken durchfahren läſst, so wird nach dem Verbrennen nun 79 Stickgas zurückbleiben, weil die 58 Wasserstoffgas sich mit den hinzugefügten 29 Sauerstoffgas zu Wasser verbinden, und folglich ganz verschwinden. Sollten die angegebenen Resultate anders ausfallen, so würde daraus hervorgehen, daſs die untersuchte Luft nicht aus 21 Sauerstoff und aus 79 Stickgas bestanden hätte.

3) *Eudiometer mit Schwefelkaliauflösung.*

Scheele hat gefunden, daſs wenn man eine gegebene Quantität Luft mit einer Auflösung von Schwefelleber schüttelt, nach einiger Zeit das Sauerstoffgas absorbirt wird, und das Stickstoffgas zurückbleibt. Wenn man daher etwas Schwefelkali in kaltem Wasser auflöst, und die filtrirte Flüssigkeit unter eine graduirte Glocke mit Luft setzt, so

wird sich das Sauerstoffgas mit dem Schwefel der Auflösung vereinigen, und das Stickgas wird rein zurückbleiben. Wenn man die Flüssigkeit erwärmt und mit der gegebenen Luft umschüttelt, so wird dadurch die Zersetzung der Luft noch viel schneller bewerkstelligt werden.

Es gibt noch viele andere eudiometrische Mittel, wodurch man den Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft trennen kann, als Stickstoffoxydgas, Bleiamalgam etc., man kann sie aber bei den 3 oben angeführten als minder vollkommen, leicht entbehren.

Kohlensäure in der Luft.

Kohlensaures Gas befindet sich überall in der Luft, aus welcher Höhe oder Tiefe sie auch zur Untersuchung genommen werden mag; aber nicht in constanten, sondern in veränderlichen Verhältnissen.

Dafs die Luft wirklich kohlensaures Gas enthalte, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man ein offenes Gefäfs mit Kalk- oder Barytwasser der Luft aussetzt. In einiger Zeit werden sich die klaren Flüssigkeiten durch einen an der Luft entstandenen weifsen Niederschlag trüben, und dieser ist nichts Anderes als die Verbindung der Kohlensäure mit Kalk oder Baryt; hieraus geht auf das Allerbestimmteste hervor, dafs die Kohlensäure aus der Luft absorbirt seyn mufs.

Obgleich sich nun durch verschiedene Verbrennungsprocesse organischer Stoffe und auf mannichfache andere Weise kohlensaures Gas bildet, welches sich mit der Luft vermengt, so wird doch nur in der Atmosphäre $1/_{1500}$ bis $1/_{1000}$ Kohlensäure angetroffen.

Da die Kohlensäure nun in geringer Menge in der Atmosphäre vorhanden ist, so mufs man, um die Quantität derselben zu bestimmen, auf ein beträchtliches Volumen Luft operiren. Dazu bedient man sich eines grofsen mit einem Hahn versehenen Ballons, dessen Capacität man genau kennt. Es wird alsdann etwas Barytwasser in den Ballon gebracht; man verschliefst und schüttelt das Wasser einige Minuten gut um.

Hier-

Hierauf wird das Vacuum durch die Luftpumpe vermittelst einer elastischen Röhre, welche an den Hahn des Ballons befestigt ist, gemacht; ist diefs geschehen, so füllt man den Ballon wieder mit Luft an, indem man ihn durch Oeffnung des Hahns wieder mit der Atmosphäre in Communication setzt; man verschliefst den Ballon wieder, schüttelt ihn aufs Neue mit dem Barytwasser und wiederholt diese Operation des Leermachens und des Wiederhineinströmens von Luft und des Schüttelns derselben mit dem Barytwasser zu wiederholten Malen.

Bei jedem Schütteln bemächtigt sich der im Wasser aufgelöste Baryt der Kohlensäure aus der Atmosphäre und bildet ein weifses Pulver, den kohlensauren Baryt, welcher 22, 34 p. c. Kohlensäure an Gewicht enthält, und wovon das ganze Gewicht die Kohlensäure des ganzen Volumens der zur Operation angewendeten Luft repräsentirt.

Die Menge des kohlensauren Gases in der Luft ist, wie schon gesagt, nicht an allen Orten und auch nicht zu allen Jahreszeiten gleich.

Saussure hat durch vergleichende Versuche gefunden, dafs die Luft im Sommer an kohlensaurem Gas reicher ist als im Winter. Er stellte seine Versuche drei Jahre hindurch auf einer Wiese bei Genf an, und zwar im Januar so wie im Juli und August. Im Winter fand er in 100 Theilen einer 4 Fufs über dem Erdboden genommenen Luft dem Volumen nach in der Mittelzahl 0,0423 kohlensaures Gas, und im Sommer, in 100 Luft nach der Mittelzahl 0,0567 kohlensaures Gas, oder 1000 Luft enthalten etwa $^1/_{1500}$ Kohlensäure.

Auch in verschiedenen Gegenden ist die Quantität der Kohlensäure in der Luft in veränderlichen Verhältnissen vorhanden; so findet man z. B. in der Seeluft einige Meilen von den Küsten entfernt, auf der Ostsee bei Doberan in Mecklenburg, so wie auf der Nordsee bei Dieppe in Frankreich, kaum merkliche Spuren von kohlensaurem Gas, wo hingegen die Landluft an den Ufern der beiden ebengenannten Meere eine beträchtliche Quantität kohlensaures Gas enthält.

Wasserdämpfe in der Luft.

Es sind zwar stets Wasserdämpfe in der Luft enthalten, aber immer in sehr verschiedenen und veränderlichen Verhältnissen; indessen ist die Luft doch aufser der Zeit des Nebels und Regens nur selten mit Wasserdämpfen gesättigt; folglich kann sie fast immer noch eine Quantität Wasserdämpfe aufnehmen, vorzüglich im Sommer. Die von Saussure und Deluc vorgeschlagenen Hygrometer, welche durch das Verlängern oder Verkürzen eines Haars oder des Fischbeins die geringere oder gröfsere Feuchtigkeit oder den trocknen Zustand der Luft anzugeben bestimmt sind, können nicht dazu benutzt werden, die Quantität der Wasserdämpfe in einem gegebenen Raum zu bestimmen.

Will man die Quantität der Wasserdämpfe in einer Luft genau ausmitteln, so bringt man in eine trockne Glocke über Quecksilber z. B. 100 Cubikzoll Luft nebst 100 Gran concentrirter Schwefelsäure, welche in einer flachen Porzellanschale genau gewogen ist, und läfst sie 24 Stunden über Quecksilber mit der Luft in Berührung. Nach diesem Zeitraum wird die Säure wieder gewogen, und alsdann wird die Vermehrung ihres Gewichts die Quantität der Wasserdämpfe anzeigen.

Als hygrometrische Mittel können zu jenem Zwecke statt der Schwefelsäure angewendet werden: das kaustische Kali, salzsaure Magnesia, salzsaurer Kalk, essigsaures Kali und alle leicht zerfliefslichen Körper.

Die Darmsaiten und Stricke verlängern und verkürzen sich wie das Haar und das Fischbein in der feuchten oder trocknen Luft, nur mit dem Unterschied, dafs sie, da sie geflochtene Körper sind, in der feuchten Luft kürzer werden und daher oft springen, in der trocknen Luft verlängern sie sich aber, während bei dem Haar und dem Fischbein gerade der umgekehrte Fall statt findet.

Man hat noch andere Hygrometer als: *Leslie's* Thermo-Hygrometer, die von Körner und Daniell und von Andern, welche zum Theil auf der Eigenschaft der Dünste be-

ruhen, durch einen gewissen Grad von Abkühlung in tropfbaren Zustand überzugehen; sie gehören aber mehr in das Gebiet der Physik.

Die Luft ist ein Gemeng verschiedener Gasarten.

Aus dem Gesagten geht hervor, daſs die Luft vier Gasarten enthält, welche unter sich ein von einander abweichendes specifisches Gewicht haben; es ist nämlich das specifische Gewicht (das der Luft zu 1000 angenommen)

des Stickstoffgases	=	0,969,
des Sauerstoffgases	=	1,102,
des kohlensauren Gases	=	1,562,
des Wasserdampfes	=	0,620.

Da sich nun das Schwerste der ebengenannten Gasarten nicht unten, und das Leichteste nicht oben befindet, sondern alle vier Gasarten ihres verschiedenen specifischen Gewichts ungeachtet in hohen und niedrigen Regionen und zwei von ihnen stets in unveränderten Verhältnissen angetroffen werden, so haben einige Chemiker aus diesen und aus einigen andern Gründen den Schluſs gezogen, daſs die Atmosphäre nicht ein Gemeng, sondern eine chemische Verbindung der genannten Gasarten seyn müsse. Diese Meinung ist aber durch Gay-Lussac's Versuche sehr entkräftet worden, wodurch er nämlich gezeigt hat, daſs wenn man in die schwerere Luft ein leichtes Gas z. B. Wasserstoffgas, streichen läſst, dieſs Gas zwar Anfangs vermöge seiner Leichtigkeit den oberen Theil der Glocke einnimmt, aber daſs es sich nach einiger Zeit und selbst bei der gröſsten Ruhe, so wie bei sorgfältig vermiedener Erschütterung und Temperaturerhöhung in der Luft ganz gleichförmig vertheilt, so daſs sich in dem oberen Theil der Glocke eben so viel Wasserstoffgas befindet wie in dem untern.

Eben so verhält es sich mit kohlensaurem Gas, wenn man solches mit der Luft vermengt; es wird zwar vermöge seiner Schwere Anfangs den untern Theil der Glocke einnehmen, aber nach kurzer Zeit wird es mit der Luft in

12 *

allen Theilen des Raums genau vermengt seyn, und so verhalten sich alle übrigen leichten und schweren Gasarten gegen einander, im Fall sie keine chemische Wirkung auf einander äufsern.

Die Gasarten haben also eine gewisse Neigung, sich mit einander zu vermengen und verhalten sich im Allgemeinen wie die gemengten Flüssigkeiten, in welchen das Gemenge auf allen Punkten völlig verhältnifsmäfsig bleibt, ohne dafs die Leichtigkeit oder die Schwere eine Trennung darin hervorzubringen vermöchte; wie diefs z. B. bei der Vermengung des Weingeists mit Wasser wahrzunehmen ist, da sich der leichtere Weingeist von dem schwereren Wasser selbst bei anhaltender Ruhe nicht wieder scheiden wird.

Diejenigen, welche die atmosphärische Luft für eine chemische Verbindung der obengenannten Gasarten zu halten geneigt sind, haben auch die Proportionen der respectiven Verhältnisse ihrer Bestandtheile als einen Beweis für ihre Meinung geltend machen wollen, weil die Luft aus vier Raumtheilen Stickstoffgas und aus einem Raumtheile Sauerstoffgas bestehe, worin folglich halb so viel Sauerstoffgas als im Stickstoffoxydul enthalten wäre.

Wenn sich aber 1 Volumen Sauerstoffgas mit 4 Vol. Stickstoffgas durch blofse Vermengung zu einer chemischen Verbindung der atmosphärischen Luft gestalten sollte, so würde diese Vereinigung ein Beispiel ohne Gleichen in der Chemie seyn, indem alsdann eine chemische Verbindung grade die nämlichen Eigenschaften besitzen würde, wie das aus denselben Elementen zusammengesetzte mechanische Gemeng. Denn es ist zu bekannt, dafs wenn man 400 Volumina Stickstoffgas mit 100 Vol. Sauerstoffgas zusammenbringt, hieraus eine der Atmosphäre ganz gleiche Luft entsteht; dafs durch das Zusammentreten der beiden Gasarten gerade 500 Vol. Luft entstehen, wobei also weder Verminderung noch Vermehrung des Raums statt findet, und dafs hiebei auch nicht die allerleiseste Temperatur-Veränderung wahrgenommen werden kann: lauter Erscheinungen, welche die Hypothese unterstützen, nach welcher man die Luft für ein

Gemeng, aber nicht für eine chemische Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff hält.

Fremde Bestandtheile der Luft.

Aufser den angeführten Bestandtheilen finden sich in der Atmosphäre zu gewissen Zeiten und an verschiedenen Orten noch andere zufällige Beimengungen, als Sumpfluft in morastigen Gegenden, Schwefelwasserstoffgas über Schwefelquellen, ätherische Oele in Gärten und blumenreichen Gegenden, Ausdünstungen von Pflanzen und Thieren, Miasmen in Krankenhäusern und Gefängnissen u. s. w.

Um die in der Luft schwebenden organischen Stoffe und ungesunden Dünste zu zerstören, wendet man die chemischen Räucherungen an, als Essigsäure, Salpetersäure, Salzsäure, aber vorzüglich und mit dem besten Erfolg das Chlor, wie wir beim Chlorkalk sehen werden. Die Räucherungen mit Bernstein oder mit wohlriechenden Harzen etc. zerstören die in der Luft schwebenden Miasmen keineswegs, und haben daher, aufser dafs sie einen fremden unangenehmen Geruch durch den ihrigen weniger bemerklich machen, gar keinen Nutzen.

Die Luft ist die Haupt- und wesentlichste Bedingung zum Athmen und Verbrennen der Körper, wobei jedoch immer nur der Sauerstoff aus der Luft als wirkender Stoff zu betrachten ist. Von dem Athmen werden wir bei den thierischen Functionen weitläufiger sprechen.

Was aber das Verbrennen der Körper betrifft, so haben wir theils schon beim Sauerstoff theils bei den brennbaren Körpern selbst gesehen, dafs das Verbrennen in einer chemischen Verbindung des Sauerstoffs mit dem brennbaren Körper besteht. Durch einen starken Luftzug oder durch eine Compression der Luft wird daher das Verbrennen der Körper begünstigt. Zu ersterem liefert die Argantische Lampe und zu letzterem der Blasebalg einen Beleg. Die ringförmige Flamme in einer Argantischen Lampe hat einen doppelten Luftzug, und wird von innen und von aufsen von der Luft berührt; der Luftzug wird durch den um die

Flamme angebrachten Glascylinder noch mehr befördert, der die aufsteigende heiſse Luftsäule erhöht und dadurch den Zug noch verstärkt.

Anwendung der Luft.

Es gibt wohl keinen Körper, welcher so mannichfache und so wichtige Dienste leistet als die Luft, von denen wir nur die vorzüglichsten anführen wollen.

Als mechanische Kraft zu den Windmühlen und ausgespannten Segeln der Schiffe etc. Zum Verbrennen des Holzes, der Kohle, der Oele und Fette, wodurch wir uns Wärme und künstliches Licht verschaffen, soviel wir davon bedürfen. Zur Beheizung der Zimmer mit erwärmter Luft. Zum Rösten und Oxydiren der Mineralien, um Schwefel und Arsenik davon zu treiben.

Der Zutritt der Luft ist nothwendig, um einigen Farben ihre Schönheit und ihren Glanz zu ertheilen, wie Indigo, Scharlach, Berlinerblau etc.

Die Luft ist unbedingt nothwendig zum Leben der Thiere und Pflanzen. Da dieselbe nur selten mit Wasser gesättigt ist, so wendet man sie mit Vortheil an, um viele Körper auszutrocknen und um Flüssigkeiten zu concentriren, wie das Seewasser und die Salzsoolen in den Gradirhäusern zur Abscheidung des Salzes.

Wasser (Protoxyde d'hydrogène.)

Wenn aus den angeführten Gründen hervorgeht, daſs die Luft nur für ein Gemeng aus Sauerstoffgas und Stickstoffgas gehalten werden kann, so ist dagegen das von unseren Vorfahren für ein Element gehaltene Wasser mit Bestimmtheit als eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff zu betrachten.

Das Wasser wird auf dem Erdball in unermeſslicher Menge und von verschiedener Qualität, als Meerwasser, Fluſswasser, Quellwasser, Regen- und Schneewasser ange-

troffen; letztere sind am reinsten, wenn sie auf einer weiten Ebene nach anhaltendem Regen oder Schnee aufgefangen werden.

Als Meerwasser bedeckt es in verschiedener Tiefe etwa zwei Drittheile der Oberfläche der Erde. Das Wasser, was bei einem Gewitter herabfällt, enthält oft Spuren von Salpetersäure.

Ausserdem kommt das Wasser, wie wir schon gesehen haben, als Dampf in der Luft und in festem Zustande als Eis theils für sich theils in Verbindung mit andern Körpern vor.

Physische Eigenschaften des Wassers.

Das Wasser, im reinen Zustande betrachtet, ist durchsichtig, ohne Farbe, geruch- und geschmacklos und fähig, die meisten Körper zu benetzen, mit Ausnahme solcher, deren Oberfläche mit Oelen oder Harzen überzogen ist.

Man war lange der Meinung, dafs das Wasser nicht zusammendrückbar sey; ein Versuch der Akademiker in Florenz hatte hiezu Veranlassung gegeben, welcher darin bestand, dafs man eine mit Wasser angefüllte Goldkugel platt drückte, wobei das Wasser durch die Poren des Goldes drang. Man hatte aus diesem Resultate den allgemeinen Schlufs gezogen, dafs sich das Wasser auf keine Weise und durch keine noch so grofse Kraft zusammendrücken lasse.

In der That kann das Wasser mit einem beträchtlichen Gewicht belastet werden, ohne dadurch auf eine kaum merkliche Weise seinen Raum zu vermindern, und diese Eigenschaft hat es mit allen Flüssigkeiten gemein. Allein, da man einen, mitten im Wasser hervorgebrachten Ton hören kann, und da sich nach Dessaigne in Vendome aus einer Wassersäule, welche plötzlich und mit Heftigkeit dem Stofse eines Stempels ausgesetzt wird, im Dunkeln Licht entwickelt, so läfst sich hieraus wohl auf eine schwache Compressibilität und Elasticität des Wassers schliefsen.

Ausserdem haben Zimmermann, Canton, Peckins und Oerstedt das Wasser in einer Flasche mit sehr engem

Halse durch die Luftpumpe ausgedehnt und durch die Compressionsmaschine etwas zusammengedrückt, wodurch eine schwache Compressibilität des Wassers allerdings erwiesen ist.

Obgleich nun der Raum des Wassers durch den Druck einer ganzen Atmosphäre nur unbedeutend vermindert wird, so wissen wir doch, daſs das Wasser im tiefen Meere durch seine eigene Schwere so zusammengedrückt wird, daſs die Dichtigkeit desselben von der Oberfläche an bis auf den Grund immer mehr und mehr zunimmt.

Das Strahlenbrechungsvermögen des Wassers zur Luft ist = 1,722. Dieſs groſse Brechungsvermögen hatte schon Newton auf die Vermuthung gebracht, daſs im Wasser ein brennbarer Körper enthalten seyn müsse. Diese Strahlenbrechung nimmt zu bis zum Gefrierpunkt des Wassers.

Das Licht wird zum Theil zurückgeworfen, weſshalb das Wasser gewissermaſsen als Spiegel dienen kann. Groſse Wassermassen reflectiren ein grünliches Licht, so wie beträchtliche Schichten Luft blau erscheinen.

Unter gewissen Umständen ist das Wasser phosphorescirend, vorzüglich das Meerwasser, dessen Leuchten durch mannichfache Ursachen veranlaſst werden kann; als durch Nereïden, durch viele kleine Medusen, durch kleine krebsartige Thiere, durch Salpen und Pyrosomen, durch Fäulniſs verschiedener Seethiere, auch wohl durch Insolation etc.

Von ganz reinem Wasser werden die Elektricität und der Wärmestoff nur schwach geleitet.

Das eigenthümliche Gewicht des Wassers wird zu 1000 angenommen und dient als Maſsstab für das specifische Gewicht aller festen und flüssigen Körper. Es ist 770mal schwerer als Luft und 11353mal schwerer als Wasserstoffgas. Ein Cubikfuſs Wasser bei 8° R. wiegt 70 Pfd. und 223 Gran, und ein Cubikzoll Wasser wiegt 288 Gran oder 1 Loth und 48 Gran. Ein Cubikcentimeter Wasser bei 3,5° R. wiegt ein Gramm, und dieses Gewicht ist als Grundlage für das neue französische Decimalgewichtsystem angenommen worden.

Das Wasser und alle Flüssigkeiten, mit Ausnahme des Quecksilbers, haben die Eigenschaft, sich in den Haarröhrchen über ihren Niveau zu erheben. Die porösen Körper, in welchen Flüssigkeiten in die Höhe steigen, sind mit Haarröhrchen versehen, woraus sich das Aufsteigen der Oele in den Dochten, und das der Flüssigkeiten in den Pflanzen und Bäumen erklären läſst.

Zersetzung des Wassers.

Seit Aristoteles Zeiten bis in die Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde das Wasser für eins der Elemente, woraus alle irdischen Körper zusammengesetzt seyn sollten, gehalten,

Cavendish und Watt entdeckten 1781, daſs das Wasser, wenn es mit einigen glühenden Metallen in Berührung gebracht wird, sich in seine Bestandtheile zerlegt, und daſs es aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt ist, was durch analystische und synthetische Versuche genügend bestätigt wurde.

Um die Zerlegung des Wassers zu bewerkstelligen, und um dabei zugleich das Verhältniſs seiner Bestandtheile genau auszumitteln, muſs man es mit rothglühendem Eisen zusammentreffen lassen.

Dazu bringt man in eine im Innern glasirte Porzellanröhre (S. Figur 7) eine gewogene Menge reines Eisen, z. B. vollkommen glänzenden spiralförmig gedrehten Eisendraht. Alsdann wird die Porzellanröhre horizontal auf einen Windofen gelegt. Am Ende B der Röhre wird eine kleine genau gewogene Retorte, welche reines Wasser enthält, befestigt. Am andern Ende A der Porzellanröhre wird eine gekrümmte Glasröhre angebracht, welche in eine leere mit Eis umgebene Woulfsche Flasche C reicht, und diese letztere wird vermittelst einer gekrümmten Glasröhre mit einer graduirten Glocke D, welche mit Wasser angefüllt ist, in Verbindung gebracht.

Wenn der Apparat aufgestellt ist, und alle Fugen gehörig verkittet sind, wird die im Ofen liegende Porzellan-

röhre, worin sich das Eisen befindet, nach und nach bis zum Glühen erhitzt, und alsdann wird das Wasser in der kleinen Glasretorte langsam bis zum Kochen erwärmt. Die Wasserdämpfe kommen nun mit dem glühenden Eisen in Berührung und zersetzen sich gröfstentheils. Es verbindet sich hier der Sauerstoff des Wassers mit dem Eisen, und verwandelt es in ein Oxyd, während der andere Bestandtheil des Wassers, der Wasserstoff, als Gas in die graduirte Glocke treten wird. Derjenige Theil der Wasserdämpfe, welcher unzersetzt durch die Röhre geht, sammelt und verdichtet sich zu flüssigem Wasser in der mit Eis umgebenen Woulfschen Flasche. Wenn die Dämpfe eine Zeit lang durch die Röhre gestrichen sind, läfst man den Apparat abkühlen, und alsdann wiegt man genau alle Producte, nämlich den oxydirten Eisendraht, die Retorte mit dem zurückgebliebenen Wasser, so wie das in der Woulfschen Flasche condensirte Wasser, woraus sich durch das fehlende Gewicht der Retorte nun leicht die Menge des zersetzten Wassers ausmitteln und bestimmen läfst.

Die Zunahme des Gewichts an Eisen und das Gewicht des erhaltenen Wasserstoffgases würden durch ihre Summe das Gewicht des zersetzten Wassers repräsentiren.

Aus diesem Versuche hat sich ergeben, dafs das Wasser an Gewicht aus 11,1 Wasserstoff, und aus 88,9 Sauerstoff zusammengesetzt ist, oder dem Volumen nach aus zwei Raumtheilen Wasserstoffgas und einem Raumtheil Sauerstoffgas. In diesem Versuch wird nämlich von neun Gran zersetztem Wasser ein Gran Wasserstoff frei gemacht, und die acht Gran Sauerstoff verbinden sich mit 28 Gran Eisen und bilden 36 Gran Eisenprotoxyd.

Auch durch die Voltaische Säule läfst sich das Wasser zersetzen. Wenn man eine mit Wasser gefüllte Glasröhre an beiden Enden mit Korken verschliefst, und durch jeden Kork einen Platin- oder Gold-Draht so tief in die Röhre bringt, dafs die inneren Enden der beiden Drähte nur einige Linien von einander abstehen, und nun die Drähte einen mit dem positiven, den andern mit dem negativen Pole der Säule in Verbindung setzt, so wird sich das Was-

ser bald, vorzüglich dann, wenn es eine schwache Auflösung von Salz enthält, in seine Bestandtheile zerlegen. Es entwickelt sich nämlich am negativen Pole Wasserstoffgas und am positiven Pole Sauerstoffgas. Beide Gasarten können bei einer schiklichen Vorrichtung unter Glocken aufgefangen werden.

Sind die Drähte von Kupfer oder Messing, so entwickelt sich bloſs Wasserstoffgas und statt der Entwicklung des Sauerstoffgases oxydirt sich der Kupferdraht.

Ist das zur Zerlegung angewendete Wasser lufthaltig, so werden auch Ammonium und Salpetersäure gebildet.

Das reine Wasser wird bei der gewöhnlichen Temperatur und abgehaltener Luft durch Eisen nicht zersetzt, enthält es aber Kohlensäure, so geht die Zersetzung nach Hall, unter Entwicklung von Wasserstoffgas langsam von Statten.

Auſser verschiedenen Metallen haben auch einige einfache nicht metallische Stoffe die Eigenschaft, das Wasser zu zersetzen. Bei der Glühhitze und auch zum Theil vermittelst der Sonnenstrahlen wird das Wasser zerlegt durch Kohle, Boron, Chlor und Jod. Die beiden erstern bemächtigen sich des Sauerstoffs und bilden Kohlensäure und Boronsäure, die beiden letztern verbinden sich mit dem Wasserstoff zu Hydrochlor- und zu Hydriodsäure, wobei der Sauerstoff des Wassers als Gas entwickelt wird.

Synthese des Wassers.

Wenn man Wasserstoffgas mit Sauerstoffgas zusammentreten läſst, so bleiben sie miteinander gemengt, und eine Verbindung beider Gasarten findet bei der gewöhnlichen Temperatur nicht statt; wird aber das Gemenge nach Biots Beobachtung, einem heftigen und plötzlichen Druck ausgesetzt, so entsteht vermittelst der entwickelten Wärme eine Explosion, und die beiden Elemente verbinden sich zu Wasser.

Auf eine einfache Weise läſst sich die Bildung des Wassers veranstalten, wenn man Wasserstoffgas, welches aus einer feinen Röhre strömt, anzündet, und das bren-

nende Gas unter eine trockene Glocke leitet, Das Innere der Glocke wird sich bald mit Wassertropfen bedecken; denn jedesmal wenn Wasserstoffgas brennt, bildet sich Wasser. Dieser Versuch kann auf eine noch anschaulichere und überzeugendere Weise angestellt werden, wenn man einen grofsen Ballon vermittelst der Luftpumpe leer macht, und ihn alsdann mit ausgetrocknetem Sauerstoffgas anfüllt; alsdann läfst man einen feinen Strom von trockenem Wasserstoffgas hineinstreichen, welchen man durch den elektrischen Funken anzündet. Man fährt fort, das Wasserstoffgas durch Compression aus einer Blase hineinzudrücken und das Verbrennen des Gases zu unterhalten. Die beiden Gasarten werden nach und nach verschwinden und Wasser bilden, welches sich in Tropfen an den Wänden des Ballons ansetzt. Dieser Versuch wurde zuerst im Grofsen vermittelst eines sehr sinnreichen Apparats von Fourcroy, Vauquelin und Seguin gemacht.

Wenn das hiezu verwendete Gas etwas Stickstoff enthält, so ist das daraus entstandene Wasser durch die Bildung von Salpetersäure etwas säuerlich.

Durch das Verbrennen des Wasserstoffgases mit Luft wird auch Wasser gebildet, aber das Vermögen, welches der elektrische Funken besitzt, ein Gemenge von Wasserstoffgas und Luft anzuzünden, ist durch das Verhältnifs der beiden Gasarten beschränkt. Ein Gemeng von einem Vol. Wasserstoffgas mit 12 Vol. Luft oder mit 14 Vol. Sauerstoffgas kann durch den elektrischen Funken nicht mehr explodiren; eben so wenig kann ein explodirendes Gemeng von Wasserstoffgas und Luft angezündet werden, wenn es durch Verminderung des Drucks um sechszehnmal mehr ausgedehnt ist. Auch werden neun Vol. Wasserstoffgas mit ein Vol. Sauerstoffgas vermengt durch den elektrischen Funken nicht mehr entzündet.

Durch Döbereiners Platinschwamm kann, wie wir schon bei einer andern Gelegenheit angeführt haben, ein Gemeng von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas bei der gewöhnlichen Temperatur angezündet werden.

Chemische Eigenschaften des Wassers.

Der Wärmestoff dehnt das Wasser aus; doch unterscheidet sich diese Ausdehnung des Wassers von der aller übrigen Flüssigkeiten dadurch, daſs sie sehr gering ist, indem 100 Vol. Wasser bei 0, nur 104, 66 Volumen bei 80° R. einnehmen.

Das Maximum der Dichtigkeit des Wassers findet indessen bei 0 nicht statt, sondern bei + 4,1° C., und von diesem Grade an dehnt es sich beständig aus, sowohl durch das Abkühlen als auch durch das Erwärmen, so daſs es etwa bei + 1° und bei + 7° den nämlichen Raum einnimmt. (Hallström.)

Diese verschiedene Dichtigkeit des Wassers läſst sich besonders anschaulich machen, wenn man zwei Thermometer in einem Glas-Cylinder so befestigt, daſs sich die Kugel des einen viel höher befindet, als die Kugel des andern. Alsdann füllt man den Cylinder mit Wasser von 0° an. Wenn sich das Wasser nach und nach erwärmt, so steigt das Quecksilber in dem untern Thermometer zuerst, und zwar bis zu +4,1° C., während das wärmere Wasser in dem kälteren Wasser niedersinkt; später steigt dann das obere auch bis zu 4,1° C. und beide stehen alsdann gleich. Nach einiger Zeit steigt aber das obere schneller als das untere, weil das nun noch mehr erwärmte Wasser auf dem kälteren schwimmt.

Diese Eigenschaft des Wassers, welche eine Ausnahme von den bestehenden Regeln hinsichtlich der Einwirkung des Wärmestoffs auf das Wasser bildet, ist auch in der Natur von groſser Bedeutung, weil ohne dieselbe ein beträchtlicher Theil der kälteren Himmelsstriche nicht bewohnt werden könnte, indem sich das Wasser selbst in tiefen Seen von nicht salzigem Wasser bis unter 0° abkühlen und bald ganz gefrieren würde. Unter den eben erwähnten Umständen aber sinkt das auf 4,1° abgekühlte Wasser vermöge seiner Schwere nieder, und dann erst, wenn die ganze Wassermase eines Sees die Temperatur von 4,1° angenommen hat, kann sich das Wasser an der Oberfläche bis 0 abkühlen, weil das

oben sich befindende kältere Wasser von 0 leichter ist, als das Wasser von 4,1°, und nun kann endlich erst das Gefrieren an der Oberfläche des Wassers statt finden.

In der Tiefe eines Sees behält also das Wasser lange Zeit die Temperatur von 4,1°, wefshalb Fische und andere Thiere beim strengsten Winter in diesem Wasser fortleben können.

In dem salzreichen Meerwasser ist diese Abweichung indessen nicht wahrgenommen worden. (Marcet.) Das salzige Meerwasser ist nämlich bei 4,1° nicht am dichtesten, sondern verdichtet sich bis zum Gefrierpunkte.

Das Wasser dehnt sich nun allmählich von 4,1° durch fortgesetztes Erwärmen aus, und erreicht sein Maximum der Ausdehnung bei 28 Zoll Barometerstand, bei 80° R., 100° C., oder 212° Fahr., und geräth nun bei dieser Temperatur ins Kochen, oder siedet. Ein höherer Grad der Wärme kann dem Wasser in offenen Gefäfsen und unter dem oben angeführten Luftdrucke nicht ertheilt werden. Bei einem geringeren Druck der Atmosphäre, wie z. B. auf hohen Bergen, eben so wie in Metallgefäfsen kocht es schon bei einer etwas niederern Temperatur als die eben angegebene. Bei einem stärkerern Drucke der Atmosphäre hingegen erfordert das Wasser einen höheren Grad von Wärme, um den Kochpunkt zu erreichen.

Es ist eine allgemein anerkannte Thatsache, dafs das Wasser und alle Flüssigkeiten überhaupt leichter kochen, wenn sie mit Spitzen oder rauhen Oberflächen in Berührung stehen, als wenn der innere Theil des Kochgefäfses ganz polirt ist. Ein Wasser z. B. das dem Kochpunkte nahe ist, oder welches durch Entfernung vom Feuer eben aufgehört hat, zu kochen, wird gleich wieder ins Kochen gerathen, wenn man Sand oder Eisenfeile hineinwirft, obgleich das Wasser durch die hineingebrachten kalten Spitzen etwas abgekühlt wird.

Kurz vor dem Kochen des Wassers hört man in dem Metallgefäfse ein Geräusch; die Veranlassung desselben ist, dafs sich die Blasen von Wasserdampf, welche sich auf dem Boden des Gefäfses bilden, während des Aufsteigens ab-

kühlen und verdichten, wodurch auf dem Boden des Gefäſses für einen Augenblick ein leerer Raum entsteht, welcher aber sogleich vom Wasser wieder eingenommen und wodurch eine Art von Geräusch hervorgebracht wird.

Wasserdampf.

Wird ein Vol. Wasser bei 28 Zoll Barometerstand und bei 80° R. in Dampf oder Dunst verwandelt, so nimmt es einen 1700 mal gröſseren Raum ein als in flüssiger Gestalt. In dieser Form ist es unsichtbar wie die Luft, und wird nur Dampf genannt, um es von den permanenten Gasarten zu unterscheiden, auch wird es wohl mit dem Ausdrucke Wassergas belegt.

Der Wasserdampf ist leichter als die Luft; sein specifisch Gewicht zur Luft ist wie 0,620 : 1. Das Wasser braucht übrigens nicht bis zum Kochpunkte erwärmt zu werden, um sich in Dampf zu verwandeln. Der Dampf bildet sich bei jeder Temperatur, wenn Wasser in luftleeren Raum gebracht wird; selbst in der atmosphärischen Luft ist bei einer Temperatur unter dem Gefrierpunkte Dampf enthalten; allein nur unter gewissen Umständen scheidet er sich aus derselben als Thau, Nebel, Reif etc. zum Theil ab.

Wenn sich Wasser an freier Luft in flachen Gefäſsen oder im Vacuo befindet, so bildet sich bei gleichen Thermometergraden in beiden Fällen die nämliche Quantität Dampf; die chemische Verwandtschaft der Luft zum Wasser befördert daher keineswegs das Verdampfen desselben, wie man ehemals glaubte. Hiemit scheint die Erfahrung im Widerspruch zu stehen, daſs das Verdampfen des Wassers durch Wind oder Luftzug beschleunigt werde, wovon z. B. das schnelle Austrocknen nasser Kleider oder der Kunststraſsen einen Beweis liefert. Dieſs ist aber nur scheinbar richtig, denn der Luftwechsel erleichtert und befördert nur insofern die Verdünstung des Wassers, als er die an der Wasserfläche sich befindenden Dämpfe fortführt. Es ist also auſser Zweifel, daſs die Luft zur Bildung des Wasserdampfes nichts beiträgt, sondern daſs durch die Temperatur allein die Menge desselben bestimmt wird.

Die Luft kann vielmehr als ein Hindernifs bei der Dampfbildung betrachtet werden, wefshalb auch das Verdampfen des Wassers auf hohen Bergen, in einer dünneren Luft leicht von Statten geht, weil hier der Dampf mehr Raum findet und sich folglich leichter ausbreiten kann.

Der Wasserdampf hat bei steigender Erwärmung eine so grofse Elasticität, dafs er als eine mächtige Bewegungskraft angewendet werden kann. Durch schnelles Abkühlen und durch den Druck kehrt er in den Zustand des liquiden Wassers zurück. Diese Eigenschaft des Dampfes hat eine der folgereichsten Anwendungen, nämlich die der Dampfmaschinen herbeigeführt.

Eben so wird der Dampf mit Vortheil angewendet, um grofse Quantitäten Flüssigkeiten zu erwärmen, wie in Färbereien und in grofsen Küchen zum Kochen der Speisen, zum Ausziehen der Gallerte aus den Knochen im papinianischen Kessel u. a. m.

Wenn der unsichtbare Wasserdampf plötzlich abgekühlt wird, so entsteht daraus liquides und sichtbares Wasser, wozu viele im Leben vorkommende Erscheinungen uns als Belege dienen. Aus diesem Grunde ist z. B. der Athem im Winter sichtbar; Pferde, welche im Winter durch Anstrengung in Transpiration gerathen sind, dampfen beträchtlich; die kalten Fenster eines warmen Zimmers laufen an; Keller, welche gewöhnlich eine Temperatur von 10° R. haben, rauchen im Winter, wenn die darin enthaltene warme Luft aus den Oeffnungen in die kältere Atmosphäre tritt. Ueberall wird hier der unsichtbare Dampf durch Abkühlen in liquides Wasser verwandelt etc.

Die Expansionskraft, Spannung oder Tension des Wassers, so wie überhaupt eines jeden flüchtigen Körpers besteht in dem Grade seines Strebens nach Gasgestalt. Die Höhe einer Quecksilbersäule in der Torricellischen Röhre dient als Mafsstab um die Tension des Wassers und der übrigen flüchtigen Körper zu messen. Vom Wasser sagt man z. B., dafs seine Expansionskraft bei 15° R. Wärme einen halben Zoll betrage, weil sich bei 15° Wärme ohne den

den Druck der Atmosphäre in einer Barometerröhre ½ Zoll Wasserdampf bildet. Um sich hievon zu überzeugen, bringe man in eine Torricellische mit Quecksilber gefüllte Röhre, welche senkrecht in Quecksilber taucht, eine geringe Quantität Wasser; so wie dieses in das Vacuum kommt, wird das Quecksilber um ½ Zoll sinken, weil sich hier ½ Zoll Wasserdampf bildet; wenn man in dergleichen Barometerröhren Weingeist oder Aether streichen läſst, so wird das Quecksilber vorzüglich beim Aether noch viel tiefer herabgedrückt werden, weil sich hier durch die stärkere Tension dieser Flüssigkeiten eine viel beträchtlichere Quantität Dampf bildet.

Da nun fast eine jede Flüssigkeit bei allen Temperaturen Dampf erzeugt, so können wir im Allgemeinen annehmen, daſs die Bildung und die Menge desselben, wenn eine Flüssigkeit ins Vacuum gebracht wird, von 3 Umständen abhängt, nämlich: 1) vom Raum, 2) von der Temperatur und 3) von der chemischen Zusammensetzung der Flüssigkeit selbst.

Ad 1) Wird der im Vacuo gegebene Raum um das Doppelte vergröſsert, so wird auch eine doppelte Menge Dampf gebildet, folglich werden, wenn man den Dampf durch den Druck bis auf den vierten Theil seines Volumens reducirt, ¾ des Dampfes flüssig werden, oder es wird nur ¼ des Dampfes übrig bleiben.

Ad. 2) Die Menge des Dampfes nimmt mit der Temperatur zu, aber in einem noch gröſseren Verhältnisse als diese, so daſs eine Flüssigkeit, welche von 20° bis 30° erwärmt wird, verhältniſsmäſsig mehr Dampf bildet, als wenn die Temperatur derselben von 10 bis 20° erhöht wird.

Ad. 3) Die Quantität des sich bildenden Dampfes steht mit der Natur der Flüssigkeiten im Verhältniſs; auch bemerkt man im Allgemeinen, aber nicht ganz ohne Ausnahme, daſs die Flüssigkeiten, welche am leichtesten ins Kochen gerathen, die dichtesten und schwersten Dämpfe hervorbringen. So ist z. B. der Aetherdampf viel schwerer, als der des Wassers, und der Wasserdampf übertrifft den

der Schwefelsäure und des Quecksilbers noch um Vieles an Dichtigkeit.

Der Dampf des Quecksilbers ist sogar bei der gewöhnlichen Temperatur so ausgedehnt, daſs wir uns kaum anders als durch Goldblättchen von seiner Gegenwart überzeugen können, indem sich diese auf einer gewissen Entfernung vom Quecksilber aufgehängt, nach und nach mit den Quecksilberdämpfen verbinden, und dadurch weiſs werden.

Die Tension des Wassers oder die Neigung desselben zu verdunsten, wird dadurch sehr geschwächt, daſs man verschiedene feste Körper, zu welchen es Affinität hat, darin auflöst; alsdann wird, um es bis zum Kochpunct zu bringen, eine desto höhere Temperatur erfordert, je gröſser seine Affinität zu den darin aufgelösten Körpern ist.

Die Temperatur, welche erfordert wird ein mit fremden Stoffen beladenes Wasser zum Kochen zu bringen, ist abhängig von der Natur des Körpers (eines Salzes z. B.) und von der darin aufgelösten Quantität desselben. Ein mit Kochsalz gesättigtes Wasser erreicht z. B. erst bei 107° C. seinen Kochpunct.

Destillation des Wassers.

Wenn man das Wasser in einem Destillirapparate, z. B. in einer kupfernen mit silbernem Helm und Kühlfaſs versehenen Blase zum Kochen bringt, so verdichten sich die gebildeten Dämpfe durch Abkühlung wieder zu liquidem Wasser. Die zuerst übergehenden Portionen des Wassers müssen weggethan und nicht als reines destillirtes Wasser betrachtet werden, weil sie die fremden flüchtigen Theile und namentlich das kohlensaure Gas enthalten, welches fast in jedem Wasser angetroffen wird. Auch darf nicht mehr als ²/₃ des Wassers abdestillirt werden, weil es sonst von dem Rückstand einen brenzlichen empyreumatischen Geruch annimmt, indem fast in jedem Wasser, wie wir weiter unten sehen werden, organische Substanzen aufgelöst enthalten sind. Die feuerfesten Substanzen, welche im Wasser aufgelöst waren, bleiben nach der Destillation in der Blase zurück.

Da das Wasser den Wärmestoff nur sehr wenig leitet, so kann es auch von oben nach unten kaum merklich erwärmt werden. Wenn man z. B. Aether über Wasser, in welchem sich ein Thermometer nahe am brennenden Aether befindet, abbrennt, so wird dieser kaum, wie wir schon bei einer andern Gelegenheit erwähnt haben, um einige Grade steigen. Ganz anders verhält sich aber das Wasser, wenn es von unten erwärmt wird. Die auf diese Weise schneller bewirkte Erwärmung ist aber nicht der Leitungsfähigkeit des Wassers für den Wärmestoff zuzuschreiben.

Wenn das Wasser in einem Kolben erwärmt wird, so steigt die untere Wasserschichte, welche sich zuerst ausdehnt, in die Höhe, alsdann eine zweite, welche der ersteren folgt u. s. w., bis daſs alle Schichten sich nach und nach erheben und nach der Abkühlung wieder niedersinken; hieraus entsteht eine kreisende Bewegung, welche fortdauert, bis daſs die ganze Wassermasse gleichförmig erwärmt ist, und endlich zu kochen anfängt.

Von dieser Bewegung kann man sich leicht überzeugen, wenn man in einem mit kaltem Wasser angefüllten Kolben feine Goldblättchen bringt, und dann, wenn sich diese auf dem Boden befinden, das Wasser nach und nach erwärmt. Die Goldblättchen werden mit der unteren sich zuerst ausdehnenden Wasserschichte in die Höhe steigen, und dann wieder niederfallen, wodurch eine Rotation entsteht, welche man an der Bewegung der Goldblättchen deutlich wahrnehmen kann.

Vom Eis.

Wenn das Thermometer bis unter 0 herabfällt, nimmt das Wasser eine feste Gestalt an. In dieser starren Form bildet es in den Polargegenden eine immerwährende, in den gemäſsigten Zonen, während der Wintermonate eine vorübergehende Eiskruste, und verursacht einen Stillstand in der Vegetation, so wie in dem Leben einiger Thiere.

Es treten indessen Fälle ein, wo das Wasser bei einer gänzlichen Ruhe bis auf mehrere Grade unter 0 abgekühlt werden kann, ohne daſs es gefriert. Blagden hat ge-

funden, dafs ein trübes Wasser, in welchem Kalk oder Thontheilchen schwimmen, schon bei 0 friert, dafs aber destillirtes Wasser 2° bis 3° unter 0 abgekühlt werden mufs, ehe man es zum Gefrieren bringen kann. Hieraus erklärt sich die Erscheinung, dafs aufgekochtes Wasser schneller friert als rohes, weil sich in ersterem der durchs Aufkochen abgeschiedene kohlensaure Kalk noch schwebend befindet.

Im Vacuo der Luftpumpe friert das Wasser erst, wenn das Thermometer bis — 5° herabgesunken ist, es erwärmt sich aber im Augenblick der Erstarrung wieder bis auf 0. Bei einer vollkommnen Ruhe kann das Wasser auf 5 bis 6° unter 0 abgekühlt seyn, und doch noch flüssig bleiben, vorzüglich wenn die Oberfläche desselben mit Oel bedeckt ist; es wird aber alsdann durch eine leise Erschütterung plötzlich in eine Eismasse verwandelt.

In dem Augenblick, wo das Wasser zu Eis erstarrt, dehnt es sich aus und nimmt einen gröfseren Raum ein, und zwar mit einer solchen Kraft, dafs dadurch kupferne Kugeln und überhaupt die stärksten Gefäfse zerrissen werden. Biot hatte z. B. einen starken Flintenlauf mit Wasser angefüllt, und ihn hermetisch verschlossen; nachdem er 12 Stunden einer beträchtlichen Kälte ausgesetzt war, fand man ihn an 2 Stellen zersprungen, eine Erscheinung, welche auch oft im gemeinen Leben vorkommt, wenn das Wasser in gläsernen Flaschen, welche damit ganz angefüllt sind, gefriert. Aus diesem Grunde zerreifsen auch bei starker Kälte nasse Steine, feuchtes Holz etc.

Das Eis ist ohne Farbe, durchsichtig wie das Wasser, und leitet die Wärme nur schwach; es ist nicht Leiter für die Elektricität, wird aber durch Reiben elektrisch.

Die Krystallform des Eises ist sehr verschieden, und hängt von der Schnelligkeit der Eisbildung und von andern Umständen ab. Die Grundgestalt ist ein sechsseitiges Prisma, welches zuweilen tafelförmig, zuweilen sternförmig gehäuft ist.

Krystallisirte Körper sind oft specifisch leichter als die Flüssigkeiten, woraus sie entstehen. Diese Erscheinung

findet auch bei dem Eise statt. Das specifische Gewicht desselben ist nach Royer und Dumas = 0,950, es schwimmt daher auf dem Wasser.

Die Ursache der Leichtigkeit des Eises ist wohl darin zu suchen, dafs beim Act der Krystallisation die Cohäsion nicht auf alle Theile gleichförmig einwirkt, sondern dafs sie vielmehr in gewissen Richtungen die Theile mit stärkerer Kraft zusammenfügt, als an anderen Stellen, aus welchem Grunde, da wo die Cohäsion schwächer wirkt, kleine Zwischenräume entstehen, welche verursachen, dafs sich die ganze Wassermasse beim Krystallisiren ausdehnt.

In früheren Zeiten schrieb man die Leichtigkeit des Eises den darin enthaltenen Luftbläschen zu; allein dafs ein entstandenes Eis auch leichter als das dazu verwendete Wasser ist, davon kann man sich überzeugen, wenn man ein ganz luftleeres Wasser frieren läfst.

Bei der Temperatur 0 bildet das Eis während dem Schmelzen eben so viel Wärmestoff, als zur Erwärmung einer gleichen Menge eiskalten Wassers bis zu 80° R. erforderlich seyn würde; wefshalb ein Pfund Eis und ein Pfund kochendes Wasser mit einander vermengt 2 Pfund Wasser von 0 darstellen.

Wirkung des Wassers auf Gasarten.

Das Wasser absorbirt einige Gasarten in geringer Menge; dabei verlieren aber einige der letzteren ihren Wärmestoff nicht; als z. B. Schwefelwasserstoffgas, kohlensaures Gas, Oelgas, Sauerstoffgas etc.; aus andern Gasarten aber, welche sich in Wasser in beträchtlicher Menge auflösen, wird der Wärmestoff derselben frei; hierher gehören z. B. das Hydrochlorgas, das Ammoniakgas etc.

Die im Wasser aufgelösten Gasarten entwickeln sich bei vermindertem Druck der Atmosphäre und beim Erwärmen des Wassers. Kein Gas kann in kochendem Wasser aufgelöst bleiben, woraus folgt, dafs je kälter das Wasser ist, desto mehr es von einer Gasart aufnehmen kann.

Im Allgemeinen kann man annehmen, dafs die Auflösung einer Gasart im Wasser aufgehoben wird: 1) durch

Verminderung des Drucks der Atmosphäre, 2) durch Temperaturerhöhung, 3) durch Hinzusetzung anderer mehr auflöslicher Gasarten, 4) dadurch, dafs man in das Wasser flüssige oder feste Körper bringt, welche mit demselben mischbar oder in demselben auflöslich sind, als concrete Schwefelsäure, Salze etc., und endlich 5) durch das Gefrieren des Wassers.

Wenn z. B. ein Wasser nur eine geringe Quantität einer Gasart absorbirt hat, so entweicht dasselbe im Augenblick des Gefrierens des Wassers. Ist aber in dem Wasser eine beträchtliche Menge Gas aufgelöst, so kann die ganze Flüssigkeit gefrieren, ohne dafs das Gas entwickelt wird.

Hundert Cubikzoll Wasser bei der gewöhnlichen Temperatur absorbiren 3,7 Cubikzoll Sauerstoffgas. Die Luft wird vom Wasser in einer noch geringern Menge aufgenommen.

Sehr merkwürdig ist, dafs die im Wasser enthaltene Luft aus einer verhältnifsmäfsig viel gröfseren Menge Sauerstoffgas zusammengesetzt ist als die Luft der Atmosphäre. Wenn sich in der atmosphärischen Luft nur 0,21 Sauerstoffgas befinden, so enthält die aus dem Wasser entwickelte Luft bis 0,32 Sauerstoffgas. Die Ursache, dafs die im Wasser enthaltene Luft reicher an Sauerstoffgas ist als die atmosphärische Luft, mag wohl daher rühren, dafs das Wasser eine gröfsere Affinität zu dem Sauerstoffgas als zu dem Stickgas hat.

Um die Luft aus dem Wasser zu entwickeln, füllt man einen grofsen Kolben so wie dessen Entbindungsröhre ganz mit Wasser an, und erwärmt es nun nach und nach an der pneumatischen Wanne bis zum Kochen; hierdurch entwickelt sich die ganze im Wasser enthaltene Quantität der Luft.

Dafs das Wasser für das Sauerstoffgas eine gröfsere Affinität hat als für das Stickgas, läfst sich noch aus folgendem Versuche schliefsen. Wenn man beim Erwärmen eines luftreichen Wassers die sich entwickelnde Luft fractionirt und in 3 Glocken nach einander auffängt, so ergibt sich, dafs die Portion Luft in der ersten Glocke 0,22 bis 0,23, die

zweite 0,25 bis 0,26, und die dritte 0,33 bis 0,34 Sauerstoffgas enthält. Diefs kann nur der gröfsern Affinität des Wassers zum Sauerstoffgas als zum Stickstoffgas zugeschrieben werden; wefshalb also das erstere Gas länger zurückgehalten, das letztere aber früher entwickelt wird.

Wenn man lufthaltendes Wasser mit Sauerstoffgas in Berührung bringt, so wird von diesem Gas etwas aufgelöst, dagegen aber ein Theil des Stickgases aus dem Wasser entwickelt. *)

Obgleich nun das Regenwasser und alle an der freien Luft sich befindenden Wasser eine Quantität Luft in den oben angegebenen Verhältnissen von Sauerstoffgas und Stickgas enthalten, so wird doch die Menge des Sauerstoffgases beträchtlich vermindert, und kann nach und nach ganz verschwinden, wenn ein solches Wasser in damit angefüllten Flaschen eine Zeit lang hermetisch verschlossen aufbewahrt bleibt. Diefs rührt daher, weil das Wasser organische Substanzen enthält, welche sich nach und nach mit dem Sauerstoff verbinden, und dadurch zerstört werden, wodurch das Wasser oft fade und übelriechend wird.

Wirkung des Wassers auf einfache brennbare Körper.

Die brennbaren Körper, wie Stickstoff- und Wasserstoffgas, lösen sich nur in sehr geringer Quantität im Wasser auf; etwas mehr im Wasser auflöslich sind: Chlor, Jod und Brom; hingegen können Phosphor, Kohle, Schwefel und Selen als ganz unauflöslich in demselben betrachtet werden.

Benetzt man glühende Kohlen mit Wasser, oder läfst man Wasserdämpfe in einer Porzellanröhre über glühende Kohlen streichen, so wird das Wasser zersetzt, wobei sich kohlensaures Gas, Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas bilden. Aus diesem Grunde kann eine grofse Feuersbrunst durch eine geringe Quantität Wasser, welches in der Gluth

---

*) S. die Abhandlung von Humboldt und Gay-Lussac in Gilberts Annalen der Physik. Band XX. Seite 129.

vertheilt wird, nicht gelöscht werden, sondern das Feuer nimmt dadurch nur noch an Heftigkeit zu, nicht allein wegen des Sauerstoffes vom zersetzten Wasser, welcher sich mit der Kohle vereinigt, sondern auch durch das Verbrennen des dabei entstandenen Kohlenoxyd - und Kohlenwasserstoffgases. Wenn sich das Wasser bei einer Feuersbrunst nicht zersetzen soll, so muſs es in beträchtlicher Menge auf einen Fleck und dann nach und nach weiter geleitet werden; alsdann erfolgt das Löschen, erstlich weil durch die Bildung des Wasserdampfes eine beträchtliche Abkühlung bewirkt, und zweitens weil durch das Bedecken der brennenden Körper mit Wasser der Zutritt der Luft abgehalten wird.

Substanzen, welche im Wasser aufgelöst vorkommen.

Wir finden in der Natur fast kein Wasser, welches nicht verschiedene Substanzen in geringer Quantität aufgelöst bei sich führte, als kohlensaures Gas, Luft, Salze mit alkalischen Basen, Salze mit erdigen Basen, organische Substanzen etc.

Die alkalischen Basen sind an Schwefelsäure, Salpetersäure oder Salzsäure gebunden; die erdigen, als Kalk und Magnesia, sind mit den eben genannten Säuren, auch mit Kohlensäure etc., vereinigt.

Dasjenige Wasser, welches erdige Salze enthält, wird hartes Wasser genannt, und dasjenige, in welchem fast keine erdigen Salze vorhanden sind, nennt man weiches Wasser.

Das harte Wasser wird getrübt durch Seifenauflösung und durch kleesaures Ammonium; es ist im häuslichen Gebrauch zum Waschen mit Seife nicht wohl anwendbar, indem es die Seife zu einer unauflöslichen, nicht schäumenden Verbindung zersetzt; auch ist es zum Kochen der Hülsenfrüchte nicht geeignet, weil sich die erdigen Theile auf der Oberfläche der Erbsen oder Bohnen absetzen und dadurch verhindern, daſs das Wasser in selbige eindringen und sie erweichen kann.

Ein weiches Wasser, welches Natron, Salze und dergleichen, aber keine Erden enthält, wird von der Seifenauflösung nicht getrübt, und kann nicht allein zur Wäsche, sondern auch zum Kochen der Hülsenfrüchte dienen.

Es gibt fast kein Wasser, das nicht mehr oder weniger organische Substanzen enthielte, selbst Regen- und Schneewasser, und dasjenige, welches tief aus der Erde durch gebohrte oder artesische Brunnen erhalten wird, sind hiervon nicht ausgenommen.

Die in dem Wasser vorkommende organische Substanz wurde von einigen Chemikern als eine eigenthümliche betrachtet, und theils Pyrrhin theils Glairin genannt.

Man kann sich von der Gegenwart eines solchen organischen Stoffes überzeugen, wenn man das Wasser mit einigen Tropfen salpetersaurem Silber vermengt, und dann den Sonnenstrahlen aussetzt; es wird alsdann nach einigen Minuten weinroth werden. Schüttelt man aber das Wasser zuvor mit Chlor, wodurch die organische Substanz zerstört wird, so nimmt das mit salpetersaurem Silber versetzte Wasser an der Sonne keine rothe Farbe mehr an.

Auch wird ein mit Silbersalz versetztes an der Sonne roth gewordenes Wasser durch Zusatz von Chlor augenblicklich gebleicht, und nimmt nun durch fortgesetzte Ausstellung an den Sonnenstrahlen keine rothe Farbe wieder an, weil auch hier die organische mit dem Silber verbundene Substanz zerstört wird.

Die meisten Stoffe aus dem organischen Reiche sind dazu geeignet, dem destillirten Wasser, in welches man sie, wenn auch nur kurze Zeit, taucht, die Eigenschaft zu ertheilen, mit Silbersalz versetzt an der Sonne roth zu werden.

Da nun das Wasser in den Flüssen, Seen und Quellen oft mit organischen Körpern in Berührung kommt (als z. B. mit Holz, Blättern, Wurzeln und dergleichen Stoffen); ferner, da ein organischer Staub stets in der Luft herum schwebt, und folglich von dem meteorischen Wasser aufgenommen wird, so löst jedes Wasser von den organischen Stoffen, die von ganz verschiedener Natur seyn können,

etwas auf, und erlangt dadurch die Eigenschaft, mit Silbersalz versetzt, an der Sonne roth zu werden.

Wenn das Wasser einen eigenthümlichen Geschmack hat, und eine bedeutende Quantität von Substanzen enthält, wodurch es als Heilmittel Wirkungen hervorbringt, so wird es mit dem Namen Mineralwasser belegt, von welchen später die Rede seyn wird.

Anwendung des Wassers.

Wenig in der Natur vorkommende Körper gewähren durch ihre Anwendung so grofsen Nutzen als das Wasser.

Als mechanisches Mittel wird es vermöge seiner Schwere zur Bewegung der Mühlen und vieler Maschinen, so wie zum Schlemmen und Wegführen der leichteren Erden von den schwereren Metallverbindungen angewendet. Ferner dient es als Auflösungsmittel, um viele Körper aufzulösen, zur Extraction von Salzen, als Alaun, Salpeter, Vitriol, ferner von Zucker, Schleim, verschiedenen Farben, zur Bereitung der Stärke, des Leims etc. Fast in allen Fabriken und Manufacturen ist Wasser das vorzüglichste Agens, wefshalb es von unseren Vorfahren mit Recht das grofse Auflösungsmittel der Natur genannt wurde.

Als unentbehrliches Erhaltungsmittel zum Leben der Pflanzen und Thiere, wobei häufig durch Zersetzung die Elemente desselben absorbirt werden.

Als Arzneimittel in Gestalt von kaltem und warmem Wasser zu Bädern, Douchen, Umschlägen etc.

Das Wasser dient als Normalmafsstab, um das specifische Gewicht der übrigen Körper zu bestimmen, und zwar nach dem von Archimedes aufgestellten Princip: dafs ein fester Körper in Wasser getaucht gerade so viel an seinem Gewicht verliert, als ein ihm gleiches Volumen Wasser wiegt. Wiegt z. B. ein Cubikzoll Blei 11 Loth, und ein Cubikzoll Wasser 1 Loth, so wird das Blei, wenn es ins Wasser getaucht wird, 1 Loth von seinem Gewicht verlieren. Die ganze Operation besteht darin, das absolute Gewicht des Körpers durch das Gewicht des Verlustes, welchen er bei der zweiten Wägung im Wasser

erleidet, zu dividiren; alsdann wird durch den erhaltenen Quotienten das specifische Gewicht desselben angezeigt.

Man kann auch einen gewogenen Körper, dessen specifisches Gewicht man kennen lernen will, in ein ganz mit Wasser angefülltes genau gewogenes Gefäſs tauchen und nun nach Abtrocknen desselben es wieder wiegen, um zu erfahren, wie viel Wasser durch das Einsenken des Körpers ausgetreten ist; mit dem Verluste oder dem Gewichte des ausgetretenen Wassers hat man hier ebenfalls wie oben das absolute Gewicht des Körpers zu dividiren, um sein specifisches Gewicht zu erhalten.

Das Eis wird bei vielen chemischen Operationen, vorzüglich aber bei Bereitung der Aetherarten, der Fluſssäure etc. als Abkühlungsmittel angewendet; zur künstlichen Kälte für das Gefrorne, um den Nullpunkt am Thermometer festzusetzen, um im Calorimeter die specifische Wärme der Körper zu bestimmen, als Arzneimittel bei Blutsturz u. d. m.

Endlich hat der Wasserdampf in neueren Zeiten vielfache Anwendung gefunden, als mechanische Kraft bei den Dampfmaschinen, Dampfwagen, Dampfschiffen etc.; zur Dampfkochung, zur Dampfdestillation, wodurch das Anbrennen der Maische gänzlich vermieden wird. Zur Beheizung groſser Gebäude (Dampfheizung), als Bildergalerien u. dgl., wo eine gleichförmige und gemäſsigte Temperatur erzielt, und die Möglichkeit einer Feuersgefahr vermieden wird. Hiebei wird der Dampf in kupfernen, horizontal liegenden Röhren, welche so nahe als möglich am Fuſsboden herum geleitet werden, getrieben. Endlich wird der Wasserdampf noch zu Dampf- und Schwitzbädern mit Erfolg angewendet.

Oxydirtes Wasser. Wasserstoff-Hyperoxyd.
Deutoxyde d'hydrogene.

Wenn der Wasserstoff im Wasser mit acht Theilen Sauerstoff vereinigt vorkommt, so ist er dagegen in dem von Thenard 1818 entdeckten oxydirten Wasser mit dem doppelten Gewicht, nämlich mit 16 Theilen Sauerstoff verbunden.

Man hatte zwar schon früher die Beobachtung gemacht, daſs ein Volumen Sauerstoffgas von zwei Volumen Wasser vermittelst einer heftigen Compression absorbirt werden kann, aber Niemand vor Thenard hatte es geahndet, daſs das Wasser noch das Doppelte seines in ihm enthaltenen Gewichts Sauerstoff aufzunehmen im Stande sey.

Das oxydirte Wasser kann durch Zersetzung der Hyperoxyde von Barium, Kalium, Calcium etc. vermittelst einiger wässeriger Säuren erhalten werden; allein die Darstellung desselben ist immer noch mit groſsen Schwierigkeiten verknüpft, und bisher hat man sich jene Verbindung nur in kleinen Quantitäten verschaffen können.

Nach Thenard's Angabe erhält man sie, wenn man reines feingeriebenes Bariumhyperoxyd, welches mit Wasser schwach gelöscht ist, in Wasser bringt, zu welchem etwas Salzsäure gesetzt ist. Das Gefäſs wird mit Eis umgeben, und man fügt so lange von dem Bariumhyperoxyd hinzu, bis daſs die Salzsäure beinahe gesättigt ist. Die Auflösung geht hierbei ohne alles Aufbrausen von Statten. Die Flüssigkeit wird nun mit Schwefelsäure versetzt, um allen darin aufgelösten Baryt als schwefelsauren Baryt davon zu trennen. Wenn letzterer durch feine Leinwand abgeschieden ist, löst man wieder eine neue Quantität Bariumhyperoxyd in der sauren Flüssigkeit auf, worauf alsdann der Baryt durch Hinzufügen von Schwefelsäure wieder entfernt wird. Diese Operation, d. i. das Auflösen neuer Quantitäten Bariumhyperoxyd in dem mit Salzsäure geschwängertem Wasser und das Hinwegnehmen des Baryts durch Schwefelsäure wurden sechs bis acht mal wiederholt. *)

Um die Salzsäure aus der Flüssigkeit zu entfernen, wird sie mit schwefelsaurem Silber vermengt, worauf das

*) Jedesmal, wenn sich eine neue Portion Bariumhyperoxyd in dem mit Salzsäure geschwängerten Wasser auflöst, wird ein groſser Theil des Sauerstoffs aus dem Baryt frei; er entwickelt sich indeſs nicht als Gas, sondern verbindet sich mit dem Wasser, wodurch nun nach und nach das oxydirte Wasser entsteht.

entstandene salzsaure Silber davon getrennt wird; um endlich die durch das Silber wieder in die Flüssigkeit gebrachte Schwefelsäure wegzuschaffen, bringt man in Wasser vertheilten Baryt so lange in die Auflösung, bis dafs die Säure beinahe gesättigt ist. Alles diefs geschieht in Gefäfsen, welche stets mit Eis umgeben sind.

Wenn nun die Flüssigkeit weder Silber, Salzsäure, Baryt noch Schwefelsäure mehr enthält, sondern blofs aus verdünntem, oxydirtem Wasser besteht, so mufs sie in einen höhern Grad der Concentration gesetzt werden.

Um daher das freie Wasser von der Flüssigkeit zu trennen, wird sie neben ein flaches mit concentrirter Schwefelsäure angefülltes Gefäfs in den Recipienten der Luftpumpe gebracht, und das Vacuum wird unterhalten. Das freie Wasser verdampft, zieht in die Schwefelsäure, und die Dichtigkeit des oxydirten Wassers nimmt zu, bis es ein specifisches Gewicht von 1,452 erlangt. Weiter kann die Verdichtung nicht getrieben werden; wenn man aber die Flüssigkeit noch länger im Vacuo läfst, so wird endlich das oxydirte Wasser selbst verflüchtigt, ohne eine Zersetzung zu erleiden.

Eigenschaften des oxydirten Wassers.

Das oxydirte Wasser ist eine farblose durchsichtige Flüssigkeit, wie gemeines Wasser, von einem dem Bleichwasser etwas ähnlichen Geruch; der Geschmack ist stechend wie der einiger Metallauflösungen; es bleicht die Zunge und verdickt den Speichel; ebenso bleicht es alle Pflanzenfarben und die thierische Haut; bleibt stets flüssig, selbst bei einer Temperatur von — 30°.

Bei einer Temperatur von + 12° R. zersetzt es sich in Wasser und Sauerstoffgas; es mufs daher in Glasröhren mit Eis umgeben, aufbewahrt werden.

Die merkwürdigste Eigenschaft des oxydirten Wassers ist, die leichte Zersetzbarkeit desselben. Wird es plötzlich der Temperatur des kochenden Wassers ausgesetzt, so entwickelt sich das Sauerstoffgas mit einer solchen Schnelligkeit, dafs daraus eine Explosion entsteht.

Die mehrsten Metalle und Metalloxyde in feinem Pulver bringen durch ihre Berührung mit dem oxydirten Wasser eine Entwickelung von Sauerstoffgas hervor; jedoch ist dieses in weit geringerem Grade der Fall, wenn sie dem Wasser in ganzen Stücken zugefügt werden.

Gold, Silber, Platin etc. entwickeln den Sauerstoff aus dem oxydirten Wasser, ohne dabei eine Veränderung zu erleiden. Mit großer Heftigkeit wird das oxydirte Wasser zersetzt durch Manganoxyd und Kobaltoxyd, ohne daſs dabei die Oxyde selbst eine Reduction erleiden, hingegen werden die Oxyde von Gold, Silber, Platin und Quecksilber durch Berührung mit dem oxydirten Wasser zu Metallen reducirt. Arsenik, Kalium und einige andere Metalle oxydiren sich mit Heftigkeit und Entflammung, wenn sie in das oxydirte Wasser gebracht werden.

Die verschiedenen Zersetzungen des oxydirten Wassers durch Metalle und Metalloxyde sind bis jetzt noch räthselhafte und unerklärbare Erscheinungen für uns. Das schwarze Schwefelblei wird davon gebleicht, indem es in schwefelsaures Blei verwandelt wird; aus diesem Grunde hat man das oxydirte Wasser mit Vortheil angewendet, um bleihaltige Oelgemälde, welche durch Schwefelwasserstoffgas schwarz geworden sind, zu bleichen.

Das oxydirte Wasser mit Mangan vermengt, entwickelt 850 mal sein Volumen Sauerstoffgas. Wenn es eine geringe Quantität Säure enthält, so läſst es sich besser aufbewahren, als wenn alle Säure davon abgeschieden ist. Sind hingegen freie alkalische Substanzen darin enthalten, wie z. B. etwas Baryt, so hält es sich nur kurze Zeit, indem ein oxydirtes barythaltiges Wasser sehr bald zersetzt wird, und zwar dadurch, daſs sich der Sauerstoff des oxydirten Wassers mit dem Baryt verbindet und ihn in Bariumhyperoxyd verwandelt, welcher nun als ein schwer auflösliches Pulver zu Boden fällt.

Auch einige organische Stoffe, als Blutfaser (aber nicht das coagulirte Eiweiſs) entwickeln aus diesem Wasser das Sauerstoffgas.

Das oxydirte Wasser besteht den Raumtheilen nach aus:

Wasserstoffgas	1 Vol.
Sauerstoffgas	1 Vol.

oder dem Gewicht nach aus:

Wasserstoff	1 Atom	=	1 —	5, 9
Sauerstoff	2 —	=	16 —	94, 1
				100, 0

Von der chemischen Proportion.

Die Körper verbinden sich nicht in allen denkbaren, sondern in wenigen bestimmten unveränderlichen Verhältnissen der Menge mit einander, und die Lehre von den Gesetzen, nach welchen sich verschiedenartige Körper rücksichtlich ihrer Quantitätsverhältnisse wechselseitig vereinigen, ist mit dem Namen Stöchiometrie, *) Mefskunst der chemischen Elemente, chemische Proportions- oder Aequivalenten-Lehre belegt worden.

Es wird zwar allgemein angenommen, dafs die erste Idee von der Unveränderlichkeit der Mischungsverhältnisse erst in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts entstanden sey; allein schon in den frühesten Zeiten und in den ältesten Büchern finden sich Spuren dieser Lehre; so z. B. wird im alten Testamente, Salomon, Buch der Weisheit XI, 22 Gott also angeredet: Aber du hast Alles geordnet mit Mafs, Zahl und Gewicht. Dessen ungeachtet kann man behaupten, dafs die wissenschaftliche Kenntnifs und Behandlung der festen Mischungsverhältnisse bis in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts, so gut wie gänzlich unbekannt blieb, und dafs man bis dahin keine Ahndung davon hatte, dafs sich Körper in bestimmten Quantitätsverhältnissen verbinden; denn obgleich sich unsere Vorfahren alle irdischen Körper aus den vier Elementen zusammengesetzt dachten, so konnte man doch nur dann erst eine richtige Ansicht von den einfachen

*) Von στοιχειον Element und μετρεω ich messe.

Stoffen und ihren Verbindungsverhältnissen erlangen, als man die Lehre von den Affinitäten entdeckt und weiter ausgebildet hatte.

Wenzel war, unsres Wissens, der Erste, welcher seine Aufmerksamkeit auf die Untersuchung der bestimmten Mischungsverhältnisse richtete, und ihm gelang es, von der Erscheinung, daſs zwei Salze bei gegenseitiger Zersetzung, ihre Neutralität beibehalten, eine genügende Erklärung zu geben. (S. dessen Werk über Verwandtschaft der Körper. Dresden 1777.) Er zeigte, daſs die relativen Verhältnisse zwischen den Quantitäten der Alkalien und Erden, welche erforderlich sind, um nach einander eine bestimmte Menge einer Säure zu sättigen, für alle Säuren dieselben sind. Die Erscheinung, daſs eine Auflösung von schwefelsaurem Kali durch eine Auflösung von salpetersaurem Kalk so zersetzt wird, daſs daraus ein Niederschlag von neutralem schwefelsaurem Kalk entsteht, und daſs in der Flüssigkeit ebenfalls neutrales salpetersaures Kali gebildet ist, erklärt Wenzel auf folgende Art:

Kalk und Kali stehen in ihren neutralen Verbindungen mit einer bestimmten Quantität Schwefelsäure in dem nämlichen Verhältnisse zu einander, wie in ihren neutralen Verbindungen mit einer gegebenen Menge Salpetersäure. Wenn daher das Kali seine Schwefelsäure der Kalkerde abtritt, so muſs die von der Kalkerde geschiedene Salpetersäure gerade hinreichen, um das Kali wieder zu neutralisiren.

Bergmann und Lavoisier hatten in so fern eine Idee von der chemischen Proportion, daſs sie die Vermuthung aufstellten, die Salze seyen in bestimmten Quantitätsverhältnissen zusammengesetzt.

Vor Allem ist es aber Richter in Berlin, den wir als den eigentlichen Schöpfer der Stöchiometrie zu betrachten haben. Seine Ideen sind in seinen Anfangsgründen der Stöchiometrie, 3 Bde. 1792 und 1793, so wie in einer von ihm herausgegebenen periodischen Schrift: Ueber die neueren Gegenstände der Chemie, auseinander-

dergesetzt. Er bestätigt im Allgemeinen die von Wenzel beobachtete Zersetzung der Neutralsalze zu neutralen Verbindungen, und sucht überhaupt die relative Sättigungscapacität der Basen und Säuren zu bestimmen, wobei er die von Wenzel gegebene Erklärung der ungestörten Neutralität bei gegenseitiger Zersetzung der Erd- und Alkalisalze auch auf die Zersetzung der Metallsalze ausdehnt.

So interessant nun auch die von Richter dargestellten Resultate waren, so fanden sie doch bei seinen Zeitgenossen wenig Anerkennung, hauptsächlich wegen der oft dunkeln Sprache und wegen dem häufig unnöthigen Gebrauch algebraischer Formeln, welcher er sich in seinen Schriften bedient hatte, nicht zu gedenken, daſs auch gerade zu jener Zeit fast alle Chemiker damit beschäftigt waren, das neu aufgestellte System von Lavoisier entweder zu bekämpfen oder die Lehren desselben aufzunehmen und zu verbreiten.

Berthollet gab im Jahr 1803 sein Werk unter dem Titel: *Essai de statique chimique*, heraus, in welchem er der Lehre von den bestimmten Verhältnissen ganz widerstrebende Grundsätze aufstellte, indem er annahm, daſs die Zusammensetzungen der Elemente in allen Proportionen statt finden könnten, und durch diese, vielen Beifall findende Autorität, geriethen die von Richter aufgestellten Ansichten noch mehr in Vergessenheit.

Allein Proust, damals in Madrid, stellte eine Reihe von Versuchen an, woraus ganz gegen Berthollets Meinung hervorging, daſs die Metalle, sowohl mit dem Schwefel als mit dem Sauerstoff nur eine oder zwei Verbindungen in bestimmten und unveränderlichen Proportionen hervorbringen, und daſs alle Zwischenstufen, welche man beobachtet haben wollte, nur ein Gemenge von den beiden bestimmten Verbindungen seyen.

Die von Proust aufgestellten Thatsachen wurden durch zahlreiche Versuche anderer Chemiker bestätigt und fast allgemein angenommen, wodurch nun die von Berthollet mitgetheilten Ideen alle Wahrscheinlichkeit verloren; und somit wurde der Gedanke einer mathematischen

Begründung dieser chemischen Lehre, welcher bereits von Richter angeregt war, auf's Neue geweckt und ins Leben gerufen.

Gleich nach Proust's Abhandlung, welche im *Journal de physique* von Delametherie von 1801 bis 1805 zerstreut vorkommen, gab John Dalton in einem besondern Werke: *New system of chemical Philosophy* 1808 seine Ansichten heraus, welche mit denen von Proust sehr übereinstimmen.

Er betrachtet die Körper als aus Atomen zusammengesetzt, und ein Atom eines Elements kann sich, nach seiner Ansicht, mit 1, 2, 3 oder mehreren Atomen eines andern Elements, aber nicht mit Zwischenstufen von Atomen verbinden. Dalton ist ferner der Meinung, daſs sich die elementaren Atome vorzugsweise eines mit einem verbinden und bei einer einzigen Verbindung von zwei Elementen betrachtet er die Verbindung als aus einem Atome eines jeden Elements zusammengesetzt. Die Idee von multiplen Verhältnissen ist schon früher von Higgings ausgesprochen.

Vereinigen sich zwei Elemente A und B in mehreren Verhältnissen, so betrachtet er die erste Verbindung zusammengesetzt z. B. aus A + B, die zweite aus A + 2 B, die dritte aus A + 3 B etc., woraus hervorgeht, daſs wir ihm die Entdeckung der multiplen Proportionen zu verdanken haben.

Auch die elastischen Flüssigkeiten können sich nach Gay-Lussac's Beobachtungen auf eine solche Weise mit einander verbinden, daſs ein Volumen Gas 1, 1½, 2, 3 u. s. w. Volumina eines andern Gases absorbirt, d. h. daſs sich die Gasarten entweder zu gleichen Raumtheilen verbinden, oder daſs das Volumen des einen Gases ein Multiplum von dem des andern ist.

Er wurde zu diesen Versuchen durch eine Arbeit veranlaſst, welche er gemeinschaftlich mit Alexander von Humboldt unternommen, und wobei sie wahrgenommen hatten, daſs sich 100 Volumina Sauerstoffgas genau

mit 200 Vol. Wasserstoffgas vereinigen um Wasser zu bilden.

Gay-Lussac, der über dieses besonders einfache Verhältniſs erstaunt war, untersuchte darauf die Verbindungen anderer Gasarten, um zu sehen, ob es noch ähnliche Beispiele gebe, und man weiſs, daſs er deren viele entdeckt hat. Die von ihm hiebei aufgefundenen Gesetze wurden seitdem von allen Seiten bestätigt.

Derjenige unter den Chemikern, welcher sich in neueren Zeiten um die Lehre von den bestimmten Proportionen die gröſsten Verdienste erworben hat, ist unstreitig Berzelius. Auf dem Wege der Erfahrung, durch eine zahlreiche Menge mit der gröſsten Sorgfalt und Genauigkeit, angestellter Analysen, brachte er die Stöchiometrie auf den Standpunkt der Vollkommenheit, auf welchem wir sie jetzt erblicken.

Als man zu der Ueberzeugung gelangt war, daſs sich die Elemente der unorganischen Natur in bestimmten Verhältnissen, zwischen welchen keine Zwischenstufen statt finden, mit einander verbinden, war man darauf auch bedacht, die Ursache dieser Erscheinung auszumitteln. Mehrere Theorien wurden zu dem Ende aufgestellt; unter andern wurde das schon längst bekannte dynamische System hervorgehoben, welches den Grundsatz aufstellte, daſs die Materie das Resultat zweier einander entgegenstrebender Kräfte sey, wovon die eine als *Contractiv* und die andere als *Expansiv* zu betrachten wäre. Diesem zufolge ward also angenommen, daſs die Elemente, wovon die kleinsten Theilchen in noch kleinere getheilt werden können, im Augenblick ihrer chemischen Vereinigung, sich gegenseitig durchdringen, und daſs die Neutralisation ihres chemischen Verhaltens in dieser gegenseitigen Durchdringung bestehe.

Die atomistishe Theorie nach der neueren Bedeutung besteht darin, mit Dalton anzunehmen, daſs alle Körper aus unendlich vielen Atomen, Partikeln oder Moleculen zusammengesetzt sind, welche sich ihrer Gröſse nach nicht weiter theilen lassen. Diese Vorstellung der

Atome ist nun mit der gegenseitigen Durchdringung der Körper im Widerspruch. Nach der Vorstellungsart von den Atomen (*Corpusculartheorie*) besteht die Vereinigung nur in der *Juxtaposition* (in dem sich nebeneinander Legen) der Atome, welche entweder von der Affinität oder von der Cohäsion abhängig seyn kann. Diese atomistische Hypothese hat in neuerer Zeit viel Anhang gefunden, und ist unter einigen Modificationen von vielen Chemikern als die Grundlage der Stöchiometrie angenommen worden.

Es gibt eine Reihe von Körpern, welche sich unbegränzt und nach allen beliebigen Verhältnissen miteinander vereinigen, und andere, welche sich nur in wenigen Verhältnissen miteinander verbinden. Von den erstern, welche kein so grofses Interesse erregen, können hier als Beispiele aufgeführt werden: Weingeist mit Aether, liquide Säuren in Wasser, Legirungen von mehreren Metallen, zum Theil auch Salze und Zucker in Wasser u. s. w. Einige in der Natur vorkommende Legirungen, wie die von Gold mit Silber, so wie die krystallisirten Amalgame können indessen als Verbindungen in bestimmten Verhältnissen betrachtet werden.

Diejenigen Stoffe aber, welche sich nur in wenigen Verhältnissen mit einander verbinden, geben für uns die interessanteste Reihe von Combinationen.

Von den Verhältnissen, in welchen sich die Atome einfacher Körper verbinden.

Ein Atom verbindet sich zuweilen nur in einem einzigen Verhältnifs mit einem andern Element, oder ein Atom von einem Element verbindet sich mit 1, 2, 3 etc. Atomen eines andern Elementes, aber in unveränderlichen Verhältnissen. Nur diejenigen Elemente verbinden sich in bestimmten Verhältnissen, welche eine grofse Affinität zu einander besitzen. Diese Affinität äufsert sich aber am kräftigsten, je entgegengesetzterer Natur die Körper sind, und da man in neuerer Zeit die Erscheinungen der Affinität nur von der elektrischen Differenz der Körper abhängig erklärt, so bezeichnet Ber-

zelius auch alle Stoffe nach ihrem Hervortreten aus ihren Verbindungen an dem + oder — Pole der Voltaischen Säule, theils auch nach ihrem wechselseitigen Verhalten mit dem Beiworte positiv oder negativ, um eben diesen Gegensatz in der chemischen Natur der Stoffe mit der elektrischen Beschaffenheit derselben auszudrücken. Diese Stoffe müssen also, wenn sie sich verbinden sollen, von sehr verschiedener Natur seyn. Er ordnet alle Elemente in eine Reihe, deren Endglieder auf beiden Seiten diejenigen Stoffe darstellen, die sich in ihrer chemischen Natur am meisten entgegengesetzt sind, so daſs der erste, nämlich Sauerstoff, am meisten negativ, und der letzte (Kalium) am meisten positiv ist. Wenn sich nun die einfachen Stoffe in wenigen aber unveränderlichen Verhältnissen verbinden, so wird der positive Bestandtheil gewöhnlich als Einheit angenommen, und die Mengen des negativen Bestandtheils, welche sich mit ihm verbinden, steigen so, daſs die gröſseren Mengen entweder das Doppelte, das Dreifache etc., kurz stets das Product der kleinsten Menge, multiplicirt mit einer ganzen Zahl und nur ausnahmsweise mit der gebrochenen Zahl $1\frac{1}{2}$ sind.

Die kleinste Menge eines negativen Körpers, welche sich mit einem als Einheit angenommenen positiven Körper verbinden kann, und die gröſste Menge eines positiven Körpers, welche sich mit einem negativen Körper zu vereinigen vermag, heiſst ein Verhältniſs, Mischungsgewicht; und die relativen Gewichte der Stoffe, welche ein solches Verhältniſs ausmachen, sind mit folgenden ganz gleich bedeutenden Benennungen belegt worden: stöchiometrische Werthe, oder stöchiometrische Zahlen; chemische Differentiale, Massentheile, Atome oder Atom-Gewichte, Aequivalente, Verhältniſsgewichte, Mischungsgewichte. (M. G.)

Auf der ersten Verbindungsstufe enthält der positive Körper ein Atom des negativen Stoffs, welches Verhältniſs durch die stöchiometrische Zahl ausgedrückt wird; auf der zweiten Verbindungsstufe aber enthält er nicht immer zwei,

sondern auch wohl drei bis vier und noch mehr Atome des negativen Bestandtheils.

Die einfache stöchiometrische Zahl bezeichnet indessen jedesmal das Element und die stöchiometrische Zahl irgend einer Verbindung, auch auf der ersten Stufe ist immer eine zusammengesetzte, entstanden durch Addition der stöchiometrischen Werthe der Bestandtheile.

Die sämmtlichen innigen Verbindungen sind nach einem solchen Verhältnifs zusammengesetzt, dafs ein Atom des einen Stoffs mit 1/6, 1/4, 1/3, 1/2, 2/3, 3/4, 1, 1 1/3, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, 4, 5, 6, 7 oder mehr Atomen des andern vereinigt ist.

So bestehen z. B. 100 Theile Wasser aus 11,1 Theilen Wasserstoff und 88,9 Theilen Sauerstoff. Wenn man nun das Wasser als den indifferentesten Körper aus gleichen Mischungsgewichten eines jeden der Bestandtheile bestehend annimmt, so ergibt sich aus den einfachen Proportionen 11,1 : 88,9 = 1 : 8 oder 88,9 : 11,1 = 1 : 0,125, dafs entweder 1 und 8 oder 1 und 0,125 die stöchiometrischen Werthe für Sauerstoff und Wasserstoff sind.

Der Wasserstoff wurde von Dalton als Einheit für die Bestimmung aller übrigen Verhältnisse der Verbindungen angenommen, allein Wollaston hat in seinen Tafeln und synoptischen Scalen den Sauerstoff als Einheit betrachtet, weil die Verhältnifszahl des Sauerstoffs, als desjenigen Körpers, der die meisten Verbindungen eingeht, auch am häufigsten in Rechnungen wirklich vorkommt.

Die stöchiometrische Zahl des Sauerstoffs wurde von verschiedenen Chemikern zu 10, zu 16, zu 100 etc. festgesetzt, was auch der Willkür ganz freigegeben werden kann, wenn nur alle andern Zahlen nach dem nämlichen Verhältnisse berechnet werden. Zu 16 wurde der Sauerstoff von denjenigen Chemikern festgesetzt, welche das Wasser nach der Volumen-Theorie als aus zwei Atomen Wasserstoff und aus 1 Atom Sauerstoff bestehend, annehmen. Da aber dem Versuche zufolge das Wasser aus einem Theile Wasserstoff und acht Theilen Sauerstoff an Gewicht besteht, so nehmen wir hier die Zahl acht als die wirkliche stöchio-

metrische Zahl des Sauerstoffs und nicht als eine hypothetische zur Einheit an, wonach sich alle übrigen Verbindungen leicht berechnen lassen, und wir werden hier die relativen Gewichte der Körper nur auf das Gewicht des Sauerstoffs als Einheit beziehen. Der Sauerstoff verdient in so fern den Vorzug vor dem von Dalton gewählten Wasserstoff, weil die meisten in der Chemie vorkommenden Körper-Verbindungen der Elemente mit Sauerstoff sind, und daher eine grofse Erleichterung in den Berechnungen entsteht.

Verschiedene einfache Stoffe verbinden sich nur unter einander in einem einzigen unveränderlichen Verhältnifs. Wie z. B. Stickstoff mit Wasserstoff, Zink mit Schwefel, Silber mit Chlor etc. Schwefel verbindet sich hingegen mit Sauerstoff in mehreren unveränderlichen Verhältnissen. Es enthalten 100 Theile Schwefelwasserstoffgas 5,9 Wasserstoff und 94,1 Schwefel; es verhält sich also 5,9 : 94,1 = 1 : 16, und es wäre demnach die stöchiometrische Zahl des Schwefels = 16. 1 Atom Schwefel (16) kann sich mit 1 Atom Sauerstoff (8) zu hyposchweflichter Säure verbinden; ebenso ein Atom Schwefel mit 2 Atom Sauerstoff (16) zu schweflichter Säure, ein Atom Schwefel mit $2^1/_2$ Atom Sauerstoff (20) zu Hyposchwefelsäure, und endlich 1 Atom Schwefel mit 3 Atomen Sauerstoff (24) zu Schwefelsäure.

Ebenso vereinigt sich ein Atom Stickstoff (14) mit einem Atom Sauerstoff (8) zu oxydulirtem Stickgas, mit $2.8 = 16$ Sauerstoff zu Salpetergas, mit $3.8 = 24$ zu untersalpetrichter Säure, mit $4.8 = 32$ zu salpetrichter Säure, und endlich mit $5.8 = 40$ zu Salpetersäure.

Aus den eben genannten Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff geht hervor, dafs die geringste Menge, in der sich ein Körper mit gröfsern Quantitäten des andern vereinigt, in der Regel der gemeinschaftliche Divisor aller übrigen Quantitäten, womit sich ein Körper in gröfseren Mengenverhältnissen mit dem andern verbindet, seyn müsse, wie z. B. bei den Verbindungen von Stickstoff mit Sauerstoff 8 der Divisor für 16, 24, 32, 40 ist. Wir haben nun also das Mischungsgewicht des Sauerstoffs = 8 angenommen,

weil sich weniger als 8 Theile Sauerstoff nicht mit einem Mischungsgewicht (1) Wasserstoff verbinden können.

Dieser Atom Sauerstoff kann durch andere Körper, und zwar mit ihrer stöchiometrischen Zahl ersetzt werden; so wissen wir, dafs man ein Atom Wasserstoff, anstatt ihn mit 1 Atom Sauerstoff zu verbinden, auch mit 1 Atom (16) Schwefel oder mit 1 Atom (35,4) Chlor verbinden kann, um dadurch Hydrothionsäure und Hydrochlorsäure zu erzeugen. Es geht hieraus hervor, dafs bei Trennungen immer eine gleiche Zahl von Atomen des hinzukommenden Körpers an die Stelle des ausgeschiedenen treten müsse.

Sind z. B. 104 Theile Blei mit 8 Theilen Sauerstoff verbunden, und soll an die Stelle des einen Atoms Sauerstoff ein anderer Körper treten, so kann diefs nur durch ein Atom des andern Körpers geschehen, wie z. B. durch 16 Schwefel, durch 35,4 Chlor u. s. w., welche Zahl von jedem der beiden letztern Körper ein Atom ist; aus Erfahrung wissen wir auch, dafs 112 Theile gelbes Bleioxyd 104 Blei und 8 Sauerstoff, und dafs 139,4 Theile Chlorblei ebenfalls 104 Theile Blei und 35,4 Chlor enthälten. Auf diese Weise, so wie überhaupt durch analystische und synthetische Versuche wurde man in den Stand gesetzt, das Atomengewicht der einfachen Körper aufzufinden, wovon folgende Tabelle das Resultat enthält:

Tabelle der Mischungsgewichte einfacher Stoffe.

Mischungsgewichte von		Zeichen für die einfachen Stoffe.
Wasserstoff	1	H.
Kohlenstoff	6	C.
Silicium	7,4	Si.
Sauerstoff	8	O.
Lithium	8	L.
Aluminium	9	Al.
Magnium	12	Mg.
Stickstoff	14	A.
Schwefel	16	S.
Phosphor	16	P.

Mischungsgewichte von		Zeichen der einf. Stoffe.
Glycium	18	Be.
Fluor	18,6	F.
Boron	20	B.
Calcium	20,5	Ca.
Zirconium	22,4	Zr.
Natrium	23,3	Na.
Chrom	28	Chr.
Eisen	28	Fe.
Mangan	28	Mn.
Kobalt	29,5	Co.
Nickel	29,5	Ni.
Titan	31	Ti.
Kupfer	32	Cu.
Tellur	32,2	Te.
Zink	32,2	Zn.
Yttrium	32	Y.
Chlor	35,4	Ch.
Arsenik	37,6	As.
Kalium	39,2	K.
Selen	40	Se.
Strontium	44	Sr.
Cerium	46	Ce.
Platin	48	Pl.
Molybdän	48	Mo.
Iridium	48	Ir.
Palladium	56	Pa.
Cadmium	56	Cd.
Zinn	59	Sn.
Antimon	64,5	Sb.
Gold	66	Au.
Baryum	68,6	Ba.
Wismuth	71	Bi.
Scheel	96	W.
Quecksilber	101	Hg.
Blei	104	Pb.
Silber	108	Ag.
Rhodium	120	R.

Mischungsgewicht von		Zeichen der einfachen Stoffe.
Jod	125	J.
Tantal	184	Ta.
Uran	217	U.

Wenn ein Körper von einem andern so viel aufgenommen hat, als er nur aufzunehmen vermag, so sagt man von dem ersteren, er sey mit dem zweiten gesättigt, oder er befinde sich in dem Zustande der Sättigung. Im gelben Bleioxyd ist daher der Sauerstoff mit Blei gesättigt, und im braunen Bleioxyd ist das Blei mit Sauerstoff gesättigt.

Die verschiedenartigen Körper besitzen aber ein verschiedenes Sättigungsvermögen, d. h. um ein gegebenes Quantum eines Körpers bis zu einem bestimmten Grade zu sättigen, wird von jedem eigenthümlichen Stoffe eine ganz verschiedene Menge erfordert; dennoch bleibt das Verhältnifs des Sättigungs-Vermögens der Körper immer dasselbe. Man kann daher, um den Satz mit andern Worten auszudrücken, sagen, dafs, obgleich die Stoffe sehr verschiedene stöchiometrische Zahlen haben, das wechselseitige Verhältnifs dieser Zahlen stets unverändert bleibe.

So haben wir schon zum Theil gesehen, dafs um 8 Sauerstoff zu sättigen, 1 Wasserstoff, oder 6 Kohlenstoff, oder 14 Stickstoff, oder 16 Schwefel u. s. w. erfordert werden.

Um die Atomengewichte der zusammengesetzten Körper kennen zu lernen, mufs man ihre Verbindungen mit Sauerstoff auf das genaueste analysiren, oder dieselben auf synthetischem Wege auszumitteln suchen. Die beste Methode, um die relativen Gewichte der Atome zu bestimmen, wäre nun freilich sie in Gasform zu wiegen, und das specifische Gewicht derselben miteinander zu vergleichen; allein diese Methode bleibt immer dadurch sehr beschränkt, weil viele Körper keine Gasgestalt annehmen, und folglich auf diese Weise nicht untersucht werden können. Die Elemente behalten in allen ihren Zusammensetzungen ihr wechselseitiges Sättigungs-Verhältnifs stets bei, wovon wir schon die

Ideen **Richters** erwähnt haben; wenn sich daher eine Verbindung von zwei Elementen A B mit einer andern C D zu dem zusammengesetzten Körper A B C D vereinigt, so befinden sich in diesem die Bestandtheile in dem nämlichen Quantitätsverhältnisse, in welchem sich A mit C und B mit D einzeln verbunden haben würden.

Die Hydrochlorsäure z. B., welche mit Kupferoxyd verbunden wird, behält genau dasselbe Sättigungsvermögen gegen das Kupfer des Kupferoxyds, als wenn das Chlor für sich mit reinem Kupfer, oder als wenn freier Sauerstoff und freier Wasserstoff zusammenträfen. Demzufolge ist die stöchiometrische Zahl eines jeden zusammengesetzten Körpers leicht dadurch auszumitteln, daſs man die stöchiometrischen Zahlen seiner Elemente addirt; oder die stöchiometrische Zahl eines zusammengesetzten Körpers wird durch die Summe seiner Bestandtheile repräsentirt. Das Wasser besteht nämlich aus 1 At. Wasserstoff = 1, und aus 1 At. Sauerstoff = 8; die stöchiometrische Zahl des Wassers aber ist der stöchiometrischen Zahl des darin enthaltenen Wasserstoffs und jener des Sauerstoffs zusammengenommen gleich, also 1 + 8 = 9.

Das Kohlenoxydgas besteht aus 1 At. Kohle = 6 und aus einem Atom Sauerstoff = 8, folglich ist die stöchiometrische Zahl des Kohlenoxydgases = 8 + 6 = 14. Die Schwefelsäure besteht aus 1 At. Schwefel = 16 und aus 3 At. Sauerstoff = 3.8 = 24; folglich wäre die stöchiometrische Zahl der wasserfreien Schwefelsäure = 16 + 24 = 40. Das schwefelsaure Blei enthält: Blei 1 At. = 104 und Sauerstoff 1 At. = 8; ferner Schwefel 1 At. = 16 und Sauerstoff 3 At. = 24; folglich wäre die stöchiometrische Zahl des schwefelsauren Bleies durch Addition der verschiedenen stöchiometrischen Zahlen der Bestandtheile = 104 + 8 + 16 + 24 = 152.

Es lassen sich diese Verbindungen auf eine der algebraischen Bezeichnung ähnliche Weise ausdrücken, wenn man die in der Verbindung enthaltenen Stoffe durch die auf der obigen Tabelle vorkommenden Zeichen ausdrückt, und durch einen Zusatz von Zahlen bezeichnet, wie viel Atome von einem jeden Stoffe in der Verbindung enthalten sind.

Wenn diefs nur nach einem Atom der Fall ist, so läfst man die Zahlen weg, indem unter dem blofsen Zeichen schon die Einheit verstanden wird. Demnach würden folgende Verbindungen so bezeichnet werden: Wasser = H + O; Kohlensäure = C + 2 O; Schwefelsäure = S + 3 O; Salpetersäure = A + 5 O; Bleioxyd = Pb + O; Schwefelblei Pb + S. u. s. w.

Wenn zwei Verbindungen zusammentreten, so unterscheidet man dieselben durch Klammern, demnach wäre schwefelsaures Bleioxyd = (Pb + O) + (S + 3 O) neutrales kohlensaures Kali (bestehend aus einem Atom Kaliumoxyd, 2 Atomen Kohlensäure und 1 Atom Wasser) würde demnach beschrieben: (K + O) + (2 C + 2 O) + (H + O)

Da sich nun der Sauerstoff in vielen Verbindungen befindet, so hat Berzelius vorgeschlagen, die chemischen Formen dadurch abzukürzen, dafs er die Atome des Sauerstoffs mit Punkten bezeichnet. Ferner läfst er zwischen den einfachen Stoffen und ihren einfachen Verbindungen die + Zeichen hinweg und setzt die Zahl der Atome rechts in die Höhe, wie Exponenten, ohne dafs defshalb, wie bei den wirklichen algebraischen Zeichen, an eine Multiplication oder an Exponenten zu denken wäre. Auf diese Weise würde man die Kohlensäure ausdrücken: $C\ O^2$ oder $\ddot{C}$; die Schwefelsäure: $S\ O^5$ oder $\dddot{S}$. Neutrales kohlensaures Kali $\ddot{K}\ \ddot{C}$ + 2 Aq.

Bischoff hat vorgeschlagen durch Punkte, welche man unter das Zeichen eines Stoffes setzt, anzuzeigen, mit wie vielen Atomen Wasserstoff er verbunden ist. So wäre $\underset{\cdots}{A}$ = Ammonium oder eine Verbindung von einem Atom Stickstoff mit 3 At. Wasserstoff.

Auch die Gasarten können sich, nach Gay-Lussac, wie schon gesagt wurde, in bestimmten Raumverhältnissen mit einander verbinden, wobei sich ein Raumtheil des einen Gases mit 1, 2, 3 ... Raumtheilen des andern verbindet; ist das Product wieder eine elastische Flüssigkeit, so ist ihr Vol. jenem der Gasarten vor der Verbindung entweder gleich oder ½, ⅓, ¼ davon verschieden.

Wir haben schon weiter oben angegeben, dafs Gay-Lussac mit Humboldt gefunden, dafs sich 100 Vol. Sauerstoffgas mit 200 Vol. Wasserstoffgas zu Wasser verbinden. Gay-Lussac fand später, dafs sich 100 Vol. Ammoniakgas genau mit 100 Vol. hydrochlorsaurem Gas verbinden und in keinem andern Verhältnifs.

Ferner verbinden sich nach Gay-Lussac.

100 Vol. Ammoniakgas mit 100 Vol. kohlensaurem Gas zu basisch kohlensaurem Ammonium.
— — — mit 150 Vol. kohlensaurem Gas zu neutralem kohlensaurem Ammonium.
100 Vol. Chlorgas mit 100 Vol. Wasserstoffgas zu 200 Vol. hydrochlorsauerm Gas.
100 — Stickgas mit 50 Vol. Sauerstoffgas zu 100 Vol. oxydirtem Stickgas.
— — — mit 100 Vol. Sauerstoffgas zu 200 Vol. Salpetergas.
— — — mit 200 Vol. Sauerstoffgas zu salpetriger Säure.
— — — mit 250 Vol. Sauerstoffgas zu Salpetersäure.
100 — Sauerstoffgas mit 200 Vol. Kohlenoxydgas zu 200 Vol. kohlensaurem Gas etc.

Wenn nun die Stöchiometrie schon an sich in wissenschaftlicher Beziehung ein grofses Interesse gewährt, so bringt sie auch dem ausübenden Chemiker mannichfachen Nutzen, indem sie als Controle für analytische Untersuchungen dienen kann; denn die Kenntnifs von dem stöchiometrischen Werth der Körper setzt den praktischen Chemiker in den Stand, schnell und genau alle Verbindungsverhältnisse zu berechnen. Aus den oben angeführten stöchiometrischen Tafeln kann man mittelst einer einfachen Regel de Tri berechnen, 1) wie viel ein gegebenes Gewicht eines jeden Körpers von jedem andern zu einer bestimmten Verbindungsstufe bedarf; 2) wie viel ein gegebenes Gewicht eines zusammengesetzten Körpers von jedem seiner Bestandtheile enthält; 3) wie viel zur Zerlegung eines zusammengesetzten Körpers von jedem zur Zerlegung ange-

wandten Körper erfordert wird. Wenn die Formel einer Verbindung bekannt ist, so kann man daraus ihre Zusammensetzung in 100 Theilen berechnen. Das schwefelsaure Bleioxyd z. B. ist = (Pb + O) + (S + 3 O); Pb ist nach der Tabelle = 104 und O = 8; also Pb + O = 112.

S. ist = 16 und 3 O = 24, woher S + 3 O. = 40. 112 Pb + O bilden mit 40 S + 3 O 152 schwefelsaures Bleioxyd. Wenn nun 152 Theile desselben 112 Bleioxyd und 40 Schwefelsäure enthalten, so müssen 100 Theile schwefelsaures Blei aus 73,7 Bleioxyd und aus 26,3 Schwefelsäure bestehen; oder da 152 Theile schwefelsaures Blei 104 Blei, 16 Schwefel und 8 + 24 = 32 Sauerstoff enthalten, so müssen 100 Theile schwefelsaures Blei 68,4 Blei, 10,5 Schwefel und 21 Sauerstoff enthalten.

Weiſs man umgekehrt, wie viel die Bestandtheile einer Verbindung in 100 Theile betragen, und will man ausmitteln, nach welcher Zahl der Atome dieselben verbunden sind, so hat man nur die Procentgehalte durch die entsprechenden stöchiometrischen Zahlen der Bestandtheile zu dividiren; die Quotienten geben alsdann das Verhältniſs im Mischungsgewicht an. Gesetzt, man wüſste die Aequival. von Schwefel und Sauerstoff und die Procentgehalte der Schwefelsäure, so würde, wenn 16 = M. G. Schwefel, 8 = M. G. von Sauerstoff und die Schwefelsäure in 100 Theilen 40 Schwefel und 60 Sauerstoff enthielte, sich $\frac{40}{16} : \frac{60}{8} = 2{,}5 : 7{,}5$, d. h. wie 1 : 3 verhalten, also 1 : 3 das Verhältniſs der M. G. dieser Körper auf dieser Verbindungsstufe seyn. Die Schwefelsäure besteht daher aus:

1 M. G. Schwefel = 16 = 40.
3 — — Sauerstoff = 24 = 60.

Nachdem Richter gefunden hatte, daſs zufolge eines aus genauen Analysen hervorgegangenen Gesetzes die Mischungsverhältnisse aller Neutralsalze berechnet werden können, entwarf er eigene Tafeln, welche er Massenreihen nannte. Sie beruhen darauf, daſs nach dem Neutralitätsgesetze diejenigen Mengen der Basen, welche dieselbe Quantität irgend einer Säure sättigen, für alle Säuren in den

nämlichen Verhältnissen zu einander stehen. Wenn also die Menge der Basis für eine einzige Säure ausgemittelt ist, so sind sie zugleich auch für alle übrigen bekannt. Es läfst sich daher das Zusammensetzungs-Verhältnifs aller Neutralsalze durch Rechnung auffinden, wenn es nur von einer einzigen Säure mit allen Basen und von einer Basis mit allen Säuren genau untersucht ist.

Ein Beispiel zu einer solchen Massenreihe würde folgende Tabelle geben.

100 Gewichtstheile Schwefelsäure werden neutralisirt durch:			191 Gewichtstheile Baryt werden neutralisirt durch:		
191	Gew.-Thle.	Baryt.	100	Gew.-Thle.	Schwefelsäure.
129,2	—	Strontian.	27,5	—	Flufssäure.
117,7	—	Kali.	42,6	—	Schwefelwasserstoffsäure.
77	—	Natron.	45	—	Kleesäure.
71,05	—	Kalk.	54	—	Borsäure.
45,5	—	Lithion.	55	—	Kohlensäure.
42,85	—	Ammoniak.	67,86	—	Blausäure.
51,5	—	Bittererde.	68,4	—	hyperoxydirte trockne Salzsäure.
87,6	—	Eisenprotoxyd.	90	—	Phosphorsäure.
65,07	—	Eisenperoxyd.	90,7	—	salzsaures Gas.
91	—	Manganprotoxyd.	125,5	—	Bernsteinsäure.
93,6	—	Kobaltoxyd.	127,9	—	Essigsäure.
99	—	Kupferoxyd	130	—	Chromsäure.
100,4	—	Zinkoxyd.	135,12	—	Salpetersäure.
223	—	Uranperoxyd.	144	—	Arseniksäure.
334	—	Uranprotoxyd.	145	—	Citronensäure.
278,4	—	Bleioxyd.	166,6	—	Weinsteinsäure.
290	—	Silberoxyd.	188	—	Chlorige Säure.
525	—	Quecksilberprotoxyd.	300	—	Wolframsäure.
262,5	—	Quecksilberperoxyd.			

Sind also dergleichen Tafeln das Resultat genauer Untersuchungen, so gewähren sie einen grofsen Nutzen, indem sie uns in den Stand setzen, die Zusammensetzungen eines jeden Neutralsalzes sogleich zu erkennen. Will

man z. B. wissen, aus welchen Verhältnissen der kohlensaure und schwefelsaure Baryt zusammengesetzt sind, so darf man nur in der obigen Tafel die Zahlen nachsehen, womit Baryt und Kohlensäure und Schwefelsäure bezeichnet sind, wo man findet, dafs sich 191 Baryt mit 55 Kohlensäure und mit 100 Schwefelsäure verbinden.

Als Davy die Natur der Alkalien und ihre Identität mit den Metalloxyden nachgewiesen hatte, wurde die Beobachtung gemacht, dafs in den neutralen Salzen die Menge des Sauerstoffs der Basen zu der der Säuren in einem bestimmten einfachen Verhältnisse steht, welches für eine und dieselbe Säure in jedem Neutralsalze, das sie bildet, entweder eine gleiche Menge oder doppelt oder dreimal so viel u. s. w. Sauerstoff enthält als die Basismenge, wodurch sie neutralisirt wurde, d. h. dafs in den neutralen Salzen der Sauerstoff der Basis für den der Säure ein Theiler ist. In den neutralen schwefelsauren Salzen z. B. beträgt der Sauerstoff der Säure das Dreifache von dem der mit ihm verbundenen Basis. In den neutralen kohlensauren Salzen ist die Sauerstoffmenge des Säure das Doppelte, und in den salpetersauren Salzen das Fünffache von dem Sauerstoffgehalte der mit ihr verbundenen Basen. Oder mit andern Worten: die Säure in den neutralen kohlensauren und schwefelsauren Salzen enthält zweimal, die in den neutralen phosphorsauren und arseniksauren Salzen 2½mal, in den neutralen schwefelsauren Salzen dreimal, in den neutralen salpetersauren Salzen fünfmal und die Säure in den neutralen boronsauren Salzen enthält sechsmal so viel Sauerstoff als die mit ihr verbundenen Basen.

Es richtet sich dem Gesagten zufolge das Sättigungsvermögen einer Säure nur nach dem Gehalte des Sauerstoffes der Basen, aus welchem Grunde eine bestimmte Quantität Säure ein um so gröfseres Gewicht Basis aufnehmen kann, je weniger Sauerstoff dieselbe enthält. Es verbinden sich z. B. 50 Theile Schwefelsäure mit 95 Baryt, aber nur mit 58 Theilen Kali, weil letzteres mehr Sauerstoff enthält als ein gleiches Gewicht Baryt. Demnach ist der Sauerstoffgehalt der verschiedenen Quantitäten von verschie-

schiedenen Basen, welche einerlei Gewicht einer Säure neutralisiren, bei allen gleich groſs. Dieſs ist das, was Berzelius Sättigungscapacität der Säuren nennt, unter welchem Ausdruck er die Quantität Sauerstoff, die jede Base enthalten muſs, um 100 Theiſe einer bestimmten Säure zu sättigen, versteht.

Dieses Gesetz ist jedoch nur ein Corollarium des Gesetzes der Sättigungscapacität der Stoffe im Allgemeinen; denn wenn die Verbindungen niederer Ordnung in constantem Verhältnisse stehen, so muſs dieses sich in Verbindungen höherer Ordnungen wieder finden.

Durch das eben angegebene Verhalten der Basen zu den Säuren besitzen wir ein Mittel, den Sauerstoffgehalt einer Basis zu berechnen, wenn derselbe auf directem Wege nicht leicht gefunden werden kann. Denn da alle Basen, die ein gleiches Gewicht Säure neutralisiren, die nämliche Menge Sauerstoff enthalten müssen, so ist die Zusammensetzung von allen gegeben, wenn man sie nur von einer einzigen kennt.

Um hievon ein Beispiel anzuführen, wollen wir annehmen, daſs das Verhältniſs des Aluminiums zum Sauerstoff in der Thonerde unbekannt sey; man wisse aber, daſs in 142,7 Theilen schwefelsaurer Thonerde, 100 Theile Schwefelsäure mit 42,7 Thonerde verbunden sind, und daſs 100 Theile Schwefelsäure zu ihrer Sättigung 119,9 Kali erfordern, in welchen 20 Theile Sauerstoff enthalten sind, und welche der Sättigungscapacität der Schwefelsäure entsprechen, so geht hieraus hervor, daſs in 42,7 Thonerde ebenfalls 20 Theile Sauerstoff gebunden seyn müssen, weil 100 Theile Schwefelsäure zu ihrer Neutralisation eine Basis erfordern, welche 20 Theile Sauerstoff enthält.

Den aufgefundenen stöchiometrischen Gesetzen hat man die Verbindungen aus der organischen Natur noch nicht ganz unterordnen können. Die zusammengesetzten organischen Körper der ersten Ordnung enthalten wenigstens drei Bestandtheile (Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, zu denen in den animalischen Substanzen noch der Stickstoff als vierter Bestandtheil gezählt werden muſs), und diese

scheinen sich in allen Verhältnissen mit einander verbinden zu können, ohne dafs einer der eben genannten Körper als Einheit anzunehmen oder dafs in dem Mischungsverhältnisse ihrer Grundstoffe die einfachen Gesetze, welche bei den unorganischen Verbindungen statt finden, zu bemerken wären.

Nur diejenigen organischen Substanzen, welche sich mit den unorganischen zu verbinden fähig sind, und die Rolle einer Basis oder einer Säure spielen, geben uns dadurch ein Mittel an die Hand, das relative Aequivalenten-Verhältnifs ihrer Bestandtheile kennen zu lernen; denn die organischen Säuren, welche sich mit Basen verbinden, besitzen die bestimmten Proportionen wie die Säuren unorganischen Ursprungs, indem der Sauerstoffgehalt der organischen Säuren ebenfalls ein Vielfaches in ganzen Zahlen vom Sauerstoff der Basis, wodurch sie neutralisirt werden, ist.

Vierter Abschnitt.

Von den Säuren.

Unter Säuren versteht man im Allgemeinen diejenigen Körper, welche auf der Zunge einen sauren oder säuerlichen Geschmack hervorbringen und den blauen Pflanzenfarben, mit Ausnahme des Indigo's, eine rothe Farbe ertheilen.

Sie sind mehr oder weniger im Wasser auflöslich, verbinden sich mit den Alkalien und benehmen ihnen dadurch ihren eigenthümlichen alkalischen Charakter, so wie sie selbst durch diese Verbindung mit Alkalien ihre Eigenschaft der Säure verlieren, und sich überhaupt mit positiv elektrischen Grundlagen zu Salzen vereinigen. Mit Wasser verbunden und dem Strom der Voltaischen Säule ausgesetzt, haben sie, im Falle, dafs sie nicht zersetzt werden, ein Streben nach dem positiven Pole und verhalten sich folglich negativ elektrisch.

Als sich in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die antiphlogistische Theorie entwickelte, war Lavoisier bemüht, durch eine Reihe scharfsinniger Versuche darzuthun, daſs jede Säure aus einem Radical, d. h. aus einer säuerbaren Grundlage oder einem brennbaren Körper und aus Sauerstoff zusammengesetzt sey, wobei er die Hypothese aufstellte, daſs das an sich nicht saure Oxygen durch seine Verbindung mit dem brennbaren Körper eine Säure erzeuge, und daſs folglich der Sauerstoff das zur Bildung einer jeden Säure ganz unentbehrliche Princip sey. Späterhin fand man aber, daſs auch der Wasserstoff durch seine Verbindung mit Schwefel eine Säure bilde.

Durch die Entdeckung des Chlors, Jods, Selens und Broms ist man zu der gewissen Ueberzeugung gelangt, daſs diese Körper durch ihre Verbindung nicht allein mit dem Sauerstoff, sondern auch mit dem Wasserstoff, eigenthümliche Säuren darzustellen im Stande sind. Hieraus geht hervor, daſs der Sauerstoff nicht als der alleinige Erzeuger der Säuren zu betrachten ist, sondern daſs die Eigenschaft, Säuren zu bilden, in einigen Fällen auch dem Wasserstoff zukommt.

Es gibt Säuren in fester, flüssiger und gasartiger Gestalt; als Beispiele hiezu können dienen: die Boronsäure; die Salpetersäure und die Kohlensäure.

Die einfachen, brennbaren, nicht metallischen Körper besitzen, wie wir bereits gesehen haben, die Eigenschaft, sich theils mit Sauerstoff, theils mit Wasserstoff zu Säuren zu verbinden, weſshalb man die Säuren hinsichtlich ihrer zusammengesetzten Natur, in Sauerstoff-Säuren, und in Wasserstoff-Säuren eintheilen kann.

Nur wenige von den stärkern Säuren können ganz isolirt oder selbstständig dargestellt werden. Diese enthalten fast immer Wasser chemisch verbunden, und können deſshalb als Hydrate oder wasserhaltige Säuren betrachtet werden, welche aber nicht mit denjenigen Säuren zu verwechseln sind, die man nur mit Wasser vermengt oder verdünnt hat.

Das in einer Säure chemisch gebundene Wasser kann oft nur dadurch wahrgenommen und von der erstern getrennt werden, dafs man eine solche wasserhaltige Säure mit einer trocknen Basis verbindet; wobei alsdann das gebundene Wasser der Säure frei wird.

Da sich die brennbaren Körper mit dem Sauerstoff in verschiedenen Verhältnissen verbinden können, wodurch sie mehr oder weniger mit demselben gesättigt werden, so entstehen hieraus vollkommene und unvollkommene Säuren. So nennt man z. B. die Verbindung des Schwefels mit der gröfsten Quantität Sauerstoff Schwefelsäure; die Verbindung desselben aber, welche weniger Sauerstoff enthält, schwefelichte Säure etc.

Die grofse Tendenz, welche die Säuren haben, sich mit andern Körpern zu verbinden, ist Ursache, dafs wir sie nur selten in der Natur in ganz freiem und reinem Zustande antreffen, sondern dafs man sie fast immer an andere Stoffe gebunden findet.

Es gibt auch Säuren, welche statt aus einem einzigen Radicale aus zwei und auch aus drei Radicalen zusammengesetzt sind, und in welche der Sauerstoff als Säure-Erzeuger mit Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff verbunden ist. Diese Säuren kommen aber nur im Pflanzen- und Thierreiche vor, wefshalb es zweckmäfsig seyn dürfte, ihre Eigenschaften bei den organischen Stoffen zu untersuchen.

Wir werden also hier zuerst die Verbindungen des Sauerstoffs mit den einfachen Körpern oder die Sauerstoffsäuren abhandeln, worauf alsdann die Wasserstoffsäuren, als: Hydroschwefelsäure, Hydrochlor-, Hydro-Jod-, Hydro-Bromsäure u. s. w. folgen werden.

Erste Classe.

Sauerstoff-Säuren.

1) *Von der Kohlensäure.* (Acide carbonique.)

Diese Säure war früher unter dem Namen Luftsäure, fixe Luft, Kreidensäure, mephitische Luft, *Spiritus sylvestris* etc. bekannt.

Schon Paracelsus und van Helmont hatten beobachtet, dafs sich beim Brennen der rohen Kalksteine eine eigenthümliche Luft entwickle, welche sie Gas nannten. Black entdeckte bald darauf, dafs diefs aus den Kalksteinen entwickelte Gas von dem lebendigen Kalk wieder absorbirt werden könnte, eben so wie von den Alkalien, wodurch letztere milder und neutralisirt würden. Auch fand er, dafs dasselbe Gas während der Respiration so wie bei der Gährung und dem Verbrennen organischer Körper gebildet werde.

Bergmann, welcher die saure Eigenschaft und das Verhalten des Gases zu den Basen und zu dem Wasser darthat, nannte es Luftsäure.

Priestley unterwarf es einer sorgfältigen Untersuchung und ahnte schon die Existenz desselben in der Atmosphäre. Aber Lavoisier war es, welcher zuerst 1776 die chemische Zusammensetzung derselben auf synthetischem Wege darthat, indem er Kohle in Sauerstoffgas verbrannte und Kohlensäure als Product erhielt. Von dieser Epoche an bekam diese Luft die ihr gebührende Benennung Kohlensäure.

Die Kohlensäure ist in aufserordentlichen Mengen in der Natur verbreitet: 1) als Gas, 2) in Wasser aufgelöst, und 3) in festem Zustande mit Salzbasen verbunden.

Ad 1) In der Atmosphäre, so wie in Kellern, Gruben und Höhlen, wie z. B. in der Hundsgrotte bei Pouzzuolo in Neapel, in der Dunsthöhle zu Pyrmont, wo man das Gas bei schönem Wetter bis auf einer Höhe von 12 Fufs, bei schlechtem Wetter aber in viel geringerer Quantität wahrnimmt. Man

kann nicht ohne, Gefahr zu ersticken, in dergleichen Gruben hinabsteigen, und um sich in diesem Falle gegen Asphyxie zu sichern, muſs man ein brennendes Licht an einer langen Stange befestigt, vor sich halten; so lange das Licht gut brennt, kann man ohne Gefahr tiefer steigen. Will man das Gas aus einer solchen Grube ganz entfernen, so setzt man einen Windofen mit brennenden Kohlen oder Holz an den Eingang derselben und läſst von dessen Aschenherd eine lange eiserne Röhre his auf den Boden der Grube hinunter reichen. Durch das Verbrennen der Kohlen oder des Holzes wird nun vermittelst der Röhre die Luft aus der Grube in den Ofen gezogen, und durch das Einströmen von frischer atmosphärischer Luft ersetzt.

Schon bei Gelengenheit der atmosphärischen Luft haben wir angegeben, daſs de Saussure die Kohlensäure in abwechselnden Quantitäten in der Luft gefunden hat. Seine Versuche stellte er auf die Weise an, daſs 30 bis 40 Litres (ungefähr 1000 bis 1400 Dec. Cubikzoll) Luft in eine Flasche gebracht, und die Kohlensäure darin durch Barytwasser und Wägung der kohlensauren Baryterde bestimmt wurde.

Hieraus ergab sich auf eine entscheidende Weise, daſs der Gehalt an Kohlensäuregas veränderlich ist, und auf 10000 Cubikzoll Luft nach einem Mittel 4,9 Cubikzoll beträgt, daſs aber sein Maximum 6,2, und sein Minimum 3,7 ist.

Er fand ausserdem, daſs in Städten die Menge der Kohlensäure bemerklich gröſser, als auf dem Lande war, und daſs sie über dem Genfer See, und man könnte sagen, über groſsen Seen im Allgemeinen, geringer als über dem Lande ist. Sie variirt nach den Jahreszeiten, und ist im Januar oder mitten im Winter am geringsten, und um so geringer, je kälter dieser ist; dagegen ist sie am gröſsten mitten im Sommer, und um so gröſser, je lebhafter die Wärme auf die Vegetation wirkt; auch ist sie alsdann gröſser gegen Mitternacht, als um Mittag, wie folgende Aufstellung der Versuche zeigt:

Kohlensäuregas in 10000 Cubikzoll Luft.

		um Mittag		um 11 Uhr Abends	
1827 d.	22 Mai	5,81	Cubikzoll	6,23	Cubikzoll
	7 Juli	5,80	—	6,20	—
	3 Septemb.	5,61	—	6,01	—
	6 Novemb.	4,3	—	4,86	—
1828 d.	31 Mai	4,75	—	5,65	—
	13 Juni	5,06	—	5,83	—
	26 Juni	5,39	—	5,22	—
	1 August	4,32	—	6,06	—
	12 August	4,29	—	5,82	—

Es versteht sich, dafs alle diese Vergleichungen nur für windstille Tage gelten; bei Wind wird die Atmosphäre so durchmischt, dafs man sich nicht darnach richten kann. In den angeführten Beispielen sieht man, dafs den 26 Juli 1828 die Nachtluft weniger Kohlensäure enthielt, als die Tagluft, aber damals wüthete ein heftiger Sturm.

Ad 2) Fast jedes in der Natur vorkommende Wasser enthält etwas kohlensaures Gas; in grofser Menge aber kommt dasselbe vorzüglich in den sogenannten Sauerbrunnen oder Säuerlingen von Selters, Pyrmont, Kissingen, Wiesau etc. vor.

Ad 3) Verbunden mit Erden, Alkalien und Metalloxyden, nämlich: mit Magnesia, Baryt, vorzüglich aber mit Kalk, grofse Massen der Erde bildend, als Kalkgebirge, Marmor, Kreide, mit Kali, Natron und Ammonium; mit den Oxyden von Eisen, Blei, Kupfer etc.

Bildung. Die Kohlensäure entsteht, wenn man glühende Kohlen in Sauerstoffgas verbrennt; dabei erleidet das Vol. dieses Gases keine Veränderung, indem durch das Verbrennen der Kohle in 100 Raumtheilen Sauerstoffgas genau 100 Raumtheile kohlensaures Gas erzeugt werden. Das Verbrennen der Kohle in Sauerstoffgas ist mit lebhaftem Funkensprühen begleitet.

Darstellung. Zweckmäfsiger und vortheilhafter ist es, die Säure aus ihren festen Verbindungen mit Kalk zu extrahiren, indem man Marmor oder Kalkstein in einer ir-

denen Retorte glüht, wodurch das kohlensaure Gas ausgetrieben wird; oder wenn man, was noch besser ist, diese nämlichen Substanzen in Flaschen, die mit einer gekrümmten Röhre versehen sind, ohne Temperaturerhöhung mit verdünnter Salzsäure übergiefst und das Gas in Glocken an der pneumatischen Wanne auffängt.

In diesem Falle verbindet sich die Salzsäure mit dem Kalk zu einem sehr auflöslichen Salze, und das kohlensaure Gas entwickelt sich, und kann in mit Wasser gefüllten Glocken aufgefangen werden.

Eigenschaften. Das kohlensaure Gas ist farblos, von einem schwachstechenden Geruch, wie schäumendes Bier, aus welchem es sich stets in grofser Menge entwickelt. Es hat einen säuerlichen Geschmack und röthet die Lacmustinctur nur schwach purpurroth, und so, dafs die rothe Farbe an der Luft verschwindet, indem sich das Gas nach und nach wieder daraus verflüchtigt. Ein brennendes Licht erlöscht augenblicklich in dem Gas und Thiere in das Gas gebracht, ersticken darin plötzlich, wefshalb es als zum Verbrennen und zum Athmen ganz untauglich zu betrachten ist; dennoch hat man beobachtet, dafs, wenn die atmosphärische Luft mit $1/_{20}$ ihres Volumens kohlensaurem Gas vermengt ist, sie beim Einathmen für Lungensüchtige wohlthätig wirkt.

Als Pilatre de Rozier sich in einen Keller, in welchem sich gährendes Bier befand, an Stricken herabsenken liefs, bekam er sogleich Stechen in den Augen und Schwindel mit demjenigen Sausen begleitet, welches ein Vorbote des Schlagflusses ist. Nachdem er aus dem Keller wieder emporgehoben war, blieben seine Augen eine Zeitlang verdunkelt, und sein Gesicht hatte eine bläuliche Farbe angenommen.

Das specifische Gewicht des Gases ist 1,524. Da es also um die Hälfte schwerer ist als Luft, so kann man es leicht aus einer Glocke in eine andere mit Luft gefüllte Glocke herabsinken lassen; nach einiger Zeit vermengt es sich aber, selbst bei der gröfsten Ruhe ganz gleichförmig mit der Luft.

Hundert Cubikzoll desselben wiegen nach Thomson 46,59 Gran.

Das kohlensaure Gas erleidet bei der gröſsten Hitze keine Zerlegung. Bei einer Temperatur von 0 und bei einem Druck von 36 Atmosphären kann es nach Faraday zu einer farblosen Flüssigkeit verdichtet werden.

Es kann sich mit keiner neuen Quantität Sauerstoff vereinigen und ist deſshalb als eine Verbindung zu betrachten, in welcher sich die Kohle in dem höchsten Grade der Oxydation befindet.

Durch anhaltende Schläge des elektrischen Funkens zersetzt es sich zum Theil nach Henry in Sauerstoffgas und in Kohlenoxydgas.

Unter den einfachen brennbaren nicht metallischen Körpern haben vorzüglich die Kohle selbst und der Wasserstoff die Eigenschaft, das kohlensaure Gas bei einer hohen Temperatur zu zerlegen.

Wenn man kohlensaures Gas in eine Porzellanröhre, welche glühende Kohlen enthält, oft durch und zurück streichen läſst, so bemächtigt sich die glühende Kohle eines Theils des Sauerstoffs der Kohlensäure und bildet Kohlenoxydgas, und das kohlensaure Gas, welches diesen Theil des Sauerstoffs verloren hat, wird dadurch auch zu Kohlenoxydgas zurückgeführt, so daſs auf diese Weise nach einiger Zeit ein Vol. kohlensaures Gas in zwei Vol. Kohlenoxydgas umgewandelt wird.

Ebenso bewirkt das Wasserstoffgas die theilweise Zersetzung des kohlensauren Gases, wenn man die beiden Gasarten durch eine glühende Porzellanröhre streichen läſst; der Wasserstoff verbindet sich alsdann mit einem Atom Sauerstoff zu Wasser, wodurch die Kohlensäure in Kohlenoxydgas verwandelt wird.

Auch das ins Glühen versetzte Eisen ist fähig, die Kohlensäure zum Theil zu zerlegen, wodurch Eisenoxyd und Kohlenoxydgas gebildet werden.

Die Kohlensäure wird ganz zersetzt, wenn man sie mit Kalium und Natrium in Berührung bringt, wobei die ganze Quantität des Sauerstoffs absorbirt und die Kohle abgeschie-

den wird. Um diefs zu bewirken, bringt man in eine kleine oben gekrümmte kohlensaures Gas enthaltende Glocke über Quecksilber etwas Kalium und erwärmt letzteres vermittelst der Weingeistlampe. Das Kalium absorbirt nach und nach den Sauerstoff der Kohlensäure, verliert seinen Glanz, indem es zu Kaliumoxyd wird, und bedeckt sich mit Kohle.

Wenn die Kohlensäure mit Basen verbunden ist, so kann sie auch bei erhöhter Temperatur durch Phosphordämpfe ganz zerlegt werden, wovon bei den kohlensauren Salzen die Rede seyn wird.

Auch wird das kohlensaure Gas durch das Wachsen der grünen Pflanzen mit Hülfe der Sonnenstrahlen gänzlich zersetzt, indem der Kohlenstoff durch die Pflanzen absorbirt und der Sauerstoff als Gas in Freiheit gesetzt wird. Diefs ist eins von den Mitteln, welche der Natur zu Gebote stehen, um nicht nur den Pflanzen zu ihrem Wachsthum den nothwendigen Kohlenstoff zu verschaffen, sondern auch, um den Verlust an Sauerstoffgas, welchen die Atmosphäre durch das Athmen, Verbrennen etc. stets erleidet, wieder zu ersetzen.

Durch Schütteln des kohlensauren Gases mit Kalk- und Barytwasser werden letztere getrübt, indem sich die Säure mit den beiden Basen zu unauflöslichen Verbindungen vereinigt; aus welchem Grunde Baryt- und Kalkwasser als Reagentien angewendet werden können, um sich von der Gegenwart des kohlensauren Gases zu überzeugen.

Kohlensäure und Wasser.

Das Wasser absorbirt das kohlensaure Gas in desto gröfserer Menge, je niedriger die Temperatur und je stärker der Druck der Atmosphäre oder des Gases selbst ist. Bei der mittleren Temperatur und bei 28 Zoll Barometerstand, nimmt ein Mafs Wasser ein Mafs kohlensaures Gas auf, bei einem stärkeren Druck kann aber ein Vol. Wasser bis zu 3 Vol. Gas absorbiren, welches durch Compressionsmaschinen und Bewegung des Wassers bewirkt werden kann; ein Verfahren, welches häufig in Fabriken angewendet wird, um künstliche Mineralwasser zu machen.

Das mit kohlensaurem Gas gesättigte Wasser hat einen stechenden säuerlichen Geschmack. Die Lacmustinctur wird nur schwach purpurroth davon gefärbt. Das Wasser ist mehr oder weniger perlend und verliert das absorbirte Gas gröſstentheils wieder, wenn man es in's Vacuum der Luftpumpe bringt, ebenso durch Erwärmen und Gefrieren. Die davon geröthete Lacmustinctur nimmt beim Aufkochen ihre blaue Farbe wieder an, und wenn dadurch die blaue Farbe der Lacmustinctur vollkommen wieder hergestellt wird, so kann man versichert seyn, daſs das kohlensaure Gas keine fremde Säure enthielt.

Das specifische Gewicht eines solchen Wassers ist — 1,001.

Das kohlensaure Gas wird vom Weingeist und von vielen andern Flüssigkeiten aufgelöst. Die geistigen Getränke welche schäumen, als Bier, Champagner etc. enthalten kohlensaures Gas, welches mit Aufbrausen daraus entweicht und die schleimigen Theile der Flüssigkeit als Schaum mit in die Höhe reiſst. Ein mit schäumendem Champagner gefülltes Glas klingt nicht, wenn es an einen harten Körper gestoſsen wird, und dieſs scheint daher zu rühren, weil das Gas bei seinem Entweichen durch Berührung der Wände des Glases die Vibration desselben hindert, was auch der Fall ist, wenn sich Wasserstoffgas und andre Gasarten in einer Flüssigkeit entwickeln, indem dadurch die Ursache des Klanges augenblicklich aufgehoben wird.

Die Kohlensäure besteht aus:

Kohlenstoff	1	At.	=	6 —	27,27
Sauerstoff	2	—	=	16 —	72,73
				22	100,

Anwendung. Zu fünf Procent der Luft beigemengt, dient es zum Einathmen für Lungensüchtige, um den Reiz des Sauerstoffs zu mildern. In Wasser aufgelöſst als natürliche und künstliche Säuerlinge ist es in vielen Fällen ein sehr wirksames Heilmittel.

Krokonsäure. *)

Wurde von L. Gmelin entdeckt und bildet sich bei der Darstellung des Kaliums nach Brunners Verfahrungsart. Die mit übergehende graue Masse ertheilt dem Wasser eine gelbe Farbe, in welcher sich durch freiwilliges Abdampfen gelbe Krystalle, das krokonsaure Kali absetzen. Aufserdem enthält die graue Masse nach den Beobachtungen von Gmelin und Liebig auch kleesaures Kali.

Die gepulverten Krystalle werden mit absolutem Weingeist, dem etwas concentrirte Schwefelsäure zugesetzt ist, geschüttelt, bis die Flüssigkeit von salzsaurem Baryt nicht mehr getrübt wird; sie enthält nun die reine Krokonsäure, welche vom schwefelsaurem Kali abgegossen wird. Beim freiwilligen Abdampfen der Flüssigkeit setzt sich die Säure in pomeranzengelben Körnern oder Nadeln ab.

Die Säure ist geruchlos von stark saurem zugleich herbem Geschmack, löst sich leicht in Wasser auf und besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Sie war bisher ohne alle Anwendung.

2) *Von der Salpetersäure.* (Acide nitrique.)

Die Salpetersäure wurde im Jahr 1225 von Raymud Lullius entdeckt, indem er ein Gemeng von Salpeter und Thonerde in einer Retorte glühte; aber Cavendish war es, welcher uns 1784 zuerst die Bestandtheile derselben kennen lehrte.

Nach den einmal angenommenen Regeln der Nomenklatur hätte man sie Azotsäure oder Stickstoffsäure nennen sollen, allein man hat hier wegen der so lange und allgemein verbreiteten Benennung, Salpetersäure, eine Ausnahme gemacht.

Man findet die Salpetersäure in der Natur niemals rein, sondern immer mit Basen verbunden, namentlich mit Kalk, Magnesia, Kali und Natron. Die Salpetersäure, bestehend

*) Von Κροκος, Safran.

aus Stickstoff und Sauerstoff, kann auf synthetischem Wege, obgleich nicht ohne Schwierigkeiten, zusammengesetzt werden.

Bildung. Wenn man in ein Gemeng von acht Theilen Sauerstoffgas und vier Theilen Stickstoffgas, welches sich in einer Glocke über Quecksilber mit etwas Wasser oder noch besser mit einer Auflösung von Kali in Wasser befindet, eine lange anhaltende Reihe von elektrischen Funken streichen läfst, so vermindert sich nach und nach das Volumen der Gasarten; sie verbinden sich nämlich, verschwinden endlich ganz, und das Wasser enthält nun Salpetersäure, oder wenn eine Kaliauflösung angewendet wurde, so enthält diese Lösung nach der Operation Salpetersäure in gebundenem Zustande, und ist in salpetersaures Kali umgewandelt.

Da man sich aber auf diese Weise immer nur geringe Quantitäten von Salpetersäure verschaffen kann, so ist es fast unmöglich, sie mit Vortheil aus ihren Elementen direct zusammenzusetzen, sondern man ist genöthigt, sie aus ihren Verbindungen zu extrahiren.

Darstellung. Man giefst in einer Retorte auf zehn Theile gepulverten reinen Salpeter neun Theile concentrirte Schwefelsäure, setzt mit der Retorte eine geräumige gutverkittete Vorlage nebst gekrümmter Glasröhre in Verbindung und erhitzt nun die Retorte im Sandbade, bis dafs keine Flüssigkeit mehr destillirt, sich keine rothen Dämpfe mehr bilden*) und der Rückstand ruhig fliefst.

Man kann auch die auf den Salpeter zu bringende Schwefelsäure mit gleichem Gewichte Wasser verdünnen und eben so viel Wasser in der Vorlage vorschla-

*) Enthält der Salpeter Spuren von salzsauren Salzen, was häufig der Fall ist, so wird die erste Portion des Destillats, wozu in der Vorlage ein wenig Wasser vorgeschlagen werden mufs, abgenommen und zwar so lange, bis dafs die Auflösung von der überdestillirten Flüssigkeit nicht mehr durch salpetersaures Silber getrübt wird, alsdann wird eine neue Vorlage angekittet und die Operation fortgesetzt.

gen, was in den Fabriken geschieht, um die verdünnte Salpetersäure oder das gewöhnliche Scheidewasser (*Aqua fortis*) zu bereiten.

In Fabriken bediente man sich auch wohl ehedem, um die Säure aus dem Salpeter auszutreiben, statt der Schwefelsäure, des calcinirten Eisenvitriols oder der Thonerde.

Bei der Zersetzung des Salpeters durch Schwefelsäure bemächtigt sich letztere des Kali's im Salpeter, woraus saures, schwefelsaures Kali entsteht, während sich die dadurch freigewordene Salpetersäure in Dampfgestalt entwickelt und sich in der Vorlage zu flüssiger Salpetersäure verdichtet.

Bei dieser Destillation der Salpetersäure bilden sich gleich anfangs rothe Dämpfe, welche bald verschwinden und durch weiſse Dämpfe ersetzt werden. Am Ende der Destillation entstehen wieder rothe Dämpfe und zwar in noch viel gröſserer Menge als zuvor, und nur dann, wenn diese ganz wieder verschwunden sind, ist die Operation vollendet.

Die Phänomene, welche bei der Fabrication der Salpetersäure vorkommen, können in drei Perioden eingetheilt werden. 1) Die Erscheinung von rothen Dämpfen, welcher zwei Ursachen zum Grunde liegen können, nämlich wenn der Salpeter salzsaure Salze enthält, wird die Salzsäure durch die Einwirkung der Schwefelsäure frei, und zersetzt alsdann die ebenfalls freigewordene Salpetersäure, woraus rothe Dämpfe (salpetrige Säure) entstehen; und auch dann, wenn der Salpeter von salzsauren Salzen vollkommen frei ist, bilden sich anfangs rothe Dämpfe, weil nun ein Theil der freigewordenen Salpetersäure durch die in groſser Menge noch freie Schwefelsäure zersetzt und in Dämpfe von salpetrichter Säure verwandelt wird.

2) Die Schwefelsäure verbindet sich nun inniger mit dem Kali, läſst ihr chemisch gebundenes Wasser fahren, welches sich alsdann mit der freigewordenen Salpetersäure verbindet, wodurch diese nun gegen Zersetzung geschützt

wird und als reine Salpetersäure in weifsen Dämpfen übergeht.

3) Wenn nun endlich alles zur Bildung der Salpetersäure erforderliche Wasser aus der Schwefelsäure freigeworden und erschöpft ist, so zersetzt sich, da die Temperatur des trocknen Rückstandes immer höher steigt, die Salpetersäure aus Mangel an Wasser, welches zu ihrer Bildung nöthig wäre, in salpetrichte Säure, wefshalb am Ende der Operation die rothen Dämpfe wieder entstehen.

Aus obigen Gründen ist es vortheilhaft, der Schwefelsäure, welche zur Zersetzung des Salpeters angewendet werden soll, eine Quantität Wasser beizusetzen, und auch in der Vorlage etwas Wasser vorzuschlagen, weil dadurch die theilweise Zersetzung der Salpetersäure gröfstentheils vermieden wird; nur erhält man auf diese Weise eine etwas schwächere Säure, welche aber doch in den mehrsten Fällen angewendet werden kann.

Die erhaltene Salpetersäure ist selten ganz weifs, indem sie gewöhnlich durch etwas entsandene salpetrichte Säure gelb oder röthlich gefärbt wird; um sie von diesen rothen Dämpfen zu befreien, bedarf es weiter nichts, als sie in einem Kolben nur einmal aufkochen zu lassen, wodurch die Dämpfe verflüchtigt werden und alsdann eine farbenlose Säure zurückbleibt. Wenn sie Schwefelsäure enthält, so mufs sie nochmals über etwas reinen Salpeter destillirt werden, wo alsdann die Schwefelsäure mit dem Kali des Salpeters in der Retorte zurückbleibt. Sollte sie mit Salzsäure verunreinigt seyn, so setzt man derselben so lange eine verdünnte Auflösung von salpetersaurem Silber zu, bis dafs kein Niederschlag von salzsaurem Silber mehr entsteht, und alsdann wird sie einer zweiten Destillation unterworfen.

Eigenschaften. Die Salpetersäure ist eine wasserhelle Flüssigkeit von einem eigenthümlichen Geruch und stark saurem Geschmack. Sie zerstört augenblicklich die Haut und die meisten organischen Substanzen, welche

durch die Einwirkung dieser Säure eine gelbe Farbe annehmen.

Wenige Tropfen derselben mit einer groſsen Menge Wasser verdünnt, bilden eine sehr saure Flüssigkeit, welche die Lacmustinctur noch stark röthet.

In ihrem höchst concentrirten Zustande, in welchem sie immer etwa 16 Procent Wasser chemisch gebunden enthält, ist ihr specifisches Gewicht 1,510, das des Wassers zu 1,000 angenommen.

Wird concentrirte Salpetersäure den Sonnenstrahlen ausgesetzt, so wird sie zum Theil zerlegt, wobei sich Sauerstoffgas entwickelt, und etwas salpetrige Säure gebildet wird, welche sich in der unzersetzten Salpetersäure auflöst und ihr eine gelbe oder röthliche Farbe ertheilt.

Die Salpetersäure siedet bei 88° R. und kann, ohne eine Zersetzung zu erleiden, destillirt werden. Eine Säure, deren specifisches Gewicht = 1,420 ist, kann durch Erwärmen mehr verdichtet werden, indem das Wasser schneller verdampft als die Säure. Eine Säure hingegen, welche sehr concentrirt ist, wird durch das Erwärmen schwächer und siedet schon unter dem Kochpunkt des Wassers.

Sie erstarrt zu einer butterartigen Masse, wenn sie durch eine künstliche Kälte bis auf — 40° R. abgekühlt wird.

Eine Säure von 1,300 specifischem Gewicht friert aber schon bei — 19° R. nach Dalton.

Läſst man die concentrirte Säure durch eine glühende Porzellanröhre streichen, so wird sie theilweise zersetzt, wobei sich Sauerstoffgas und rothe Dämpfe von salpetrichter Säure entwickeln. Wird die Porzellanröhre bis zum Weiſsglühen erhitzt, so werden die durchstreichenden Dämpfe der Salpetersäure ganz zersetzt, und zwar in Sauerstoffgas und Stickstoffgas. Auf die nämliche Weise wie bei der Rothglühhitze wird sie zerlegt, wenn man sie mit concentrirter Schwefelsäure kocht.

Der

Der Luft ausgesetzt, erleidet die concentrirte Salpetersäure keine weitere Veränderung, als daſs sie die Wasserdämpfe daraus anzieht, wodurch ihr specifisches Gewicht etwas vermindert wird.

Salpetersäure und brennbare Körper.

Fast alle brennbaren Körper haben die Eigenschaft, diese Säure zu zersetzen und ihr wenigstens einen Theil Sauerstoff zu entziehen oder sich auch wohl unter günstigen Umständen der ganzen Quantität des Sauerstoffs zu bemächtigen. Hieraus kann nun entstehen: Salpetrichte Säure, Stickstoffdeutoxyd, Stickstoffprotoxyd, oder im günstigsten Falle das Stickgas selbst ganz rein und von allem Sauerstoff befreit.

Die brennbaren Körper entziehen ihr um desto mehr Sauerstoff, je verbrennlicher sie sind und je intensiver die dazu benutzte Hitze ist, so daſs Körper, welche der Salpetersäure bei der gewöhnlichen Temperatur nur einen Theil Sauerstoff entreiſsen, sich bei einer hohen Temperatur der ganzen Quantität desselben bemächtigen.

Das Wasserstoffgas äuſsert bei der gewöhnlichen Temperatur keine zerlegenden Wirkungen auf die Salpetersäure; läſst man aber Wasserstoffgas und Salpetersäure durch eine glühende Porzellanröhre streichen, so bemächtigt sich der Wasserstoff der ganzen Quantität des Sauerstoffs und bildet Wasser, wobei der Stickstoff der Salpetersäure als Gas entwickelt wird. Diese Operation ist oft mit einer Detonation begleitet.

Kohle, Phosphor und Boron zersetzen die kochende Salpetersäure theilweise, woraus Kohlensäure, Phosphorsäure und Boronsäure entstehen, und wobei die Salpetersäure in Stickstoffdeutoxyd umgewandelt wird. Der Schwefel wird auf gleiche Weise, aber weniger heftig angegriffen.

Die meisten Metalle entziehen der Salpetersäure einen Theil ihres Sauerstoffs und verwandeln sie in Stickstoffdeutoxyd, wie z. B. Kupfer und Eisen etc. Läſst man aber Salpetersäure über glühendes Eisen in einer Porzel-

lanröhre streichen, so nimmt das Eisen allen Sauerstoff auf, oxydirt sich, und es entwickelt sich reines Stickgas.

Mit dem Wasser vermengt sich die Salpetersäure bei schwacher Temperaturerhöhung in allen Verhältnissen. Die mit mehr oder weniger Wasser vermengte Salpetersäure stellt das im Handel vorkommende Scheidewasser dar, welches doppeltes und einfaches Scheidewasser benannt wird, je nachdem es mit mehr oder weniger Wasser verdünnt ist.

Wird eine nicht zu stark concentrirte Salpetersäure mit Schnee vermengt, so entsteht eine beträchtliche Kälte.

Die concentrirteste Salpetersäure von 1,550 enthält gleiche Mischungsgewichte, Säure und Wasser, woraus hervorgeht, dafs in der Säure 0,16 Wasser enthalten sind.

Da die Salpetersäure mit allen Körpern auflösliche Verbindungen darstellt, so haben wir kein geeignetes Reagens, um sie, wenn sie mit vielem Wasser verdünnt ist, zu erkennen; im etwas concentrirten Zustand aber läfst sich ihre Gegenwart leicht ausmitteln, durch die rothen Dämpfe, welche sich bilden, wenn man sie mit Zink und mit vielen andern Metallen in Berührung bringt.

Man hat, um verdünnte Salpetersäure zu entdecken, vorgeschlagen, sie mit Morphium, Strychnin oder Brucin zu versetzen, wodurch sie eine rothe Farbe annimmt; ist die Säure aber mit sehr vielem Wasser verdünnt, so können die ebengenannten Reagentien nicht mit Sicherheit angewendet werden.

Die wasserfreigedachte Salpetersäure besteht aus:

Stickstoff	1 Atom	= 14	—	25,9
Sauerstoff	5 —	= 40	—	74,1
		54		100,

oder den Raumtheilen nach aus:

Stickgas	1,0 Mafs oder	Stickstoffdeutoxydgas	2,0 Mafs
Sauerstoffgas	2,5 — —	Sauerstoffgas	1,5 —

Anwendung. Die Salpetersäure ist eines der vorzüglichsten Oxydir- und Auflösungsmittel der Metalle, wefshalb sie bei chemischen Analysen, in der Probirkunst, in den Münzen etc. häufig zu jenen Zwecken angewendet wird.

Als Räucherungsmittel in Hospitälern gegen ansteckende Krankheiten, vorzüglich in den Sälen, wo sich Brustkranke befinden, welche die Chlorräucherungen nicht ertragen können. Für Kupferstecher und Lithographen zum Aetzen und Beizen. Zum Beizen des Holzes, um ihm eine gelbe Farbe zu ertheilen. Um auf Wollenzeug gelbe Figuren zu drucken und überhaupt zum Gelbfärben der Wolle.

Innerlich als Arzneimittel, theils mit vielem Wasser vermengt, theils mit Weingeist zum äufserlichen Gebrauch mit Fett oder als Aetzmittel in der Chirurgie.

Da die Salpetersäure die organischen Substanzen schnell zerstört, so bringt sie im concentrirten Zustande, innerlich genommen, tödtliche Wirkungen hervor. Das beste Gegenmittel, wenn es schnell darauf gereicht werden kann, ist Magnesia, auch Seifenwasser, wodurch die Säure gesättigt und in ihrer zerstörenden Wirkung gehemmt wird; im ersten Falle verbindet sie sich mit der Magnesia zu einem neutralen sehr auflöslichen Salze, und im zweiten Fall vereinigt sie sich mit dem Natron der Seife zu einem ebenfalls neutralen Salze, wobei die Säuren der Seife ababgeschieden werden.

Salpetrige Säure. Unvollkommene Salpetersäure. (*Acide nitreux.*)

Wenn man der Salpetersäure ein Atom Sauerstoff entzieht, so wird sie dadurch in salpetrichte Säure umgewandelt. Sie bildet sich bei der Fabrication der Salpetersäure und besteht in den rothen Dämpfen, welche sich am Ende der Operation in der Vorlage befinden.

Nach Gay-Lussac kann man diese Säure am reinsten darstellen, wenn man in einem trocknen luftleeren Ballon zwei Raumtheile Stickstoffdeutoxydgas mit 1 Vol. Sauerstoffgas zusammentreten läfst; hieraus entstehen rothe Dämpfe, welche sich nach und nach bei einer Temperatur von 0 zu einer gelben Flüssigkeit verdichten und bei einer Abkühlung bis auf — 20° R. eine farbenlose Flüssigkeit darstellen.

Eine andere Art, sie zu gewinnen, besteht darin, dafs man trocknes, salpetersaures Blei in einer Retorte, welche

mit einer sehr abgekühlten Vorlage versehen ist, bis zur völligen Zersetznng des Salzes erhitzt. Die salpetrige Säure geht in die abgekühlte Vorlage über, während ein Theil des Sauerstoffs aus der Salpetersäure durch eine mit der Vorlage in Verbindung gesetzte Glasröhre abgeleitet wird.

Eigenschaften. Die salpetrige Säure besteht theilweise in Dämpfen von orangerother Farbe. Durch Abkühlen verdichtet sie sich zu einer gelben oder weifsen Flüssigkeit, welche wasserfrei ist.

Die Dämpfe haben einen eigenthümlichen höchst unangenehmen Geruch, sind zum Einathmen untauglich und erregen einen grofsen Krampf im Halse, selbst dann wenn sie mit Luft vermengt sind. Ein Licht brennt darin mit hellem Glanze. Die flüssige Säure hat ein specifisches Gewicht von 1,451; siedet bei + 26° und verwandelt sich in einen dunkelorangegelben Dampf; ihre Tension ist daher sehr beträchtlich.

Die salpetrige Säure äufsert keine Wirkung auf das trockene Sauerstoffgas; wird sie aber auch zu gleicher Zeit mit Wasser in Berührung gebracht, so absorbirt sie das Sauerstoffgas und bildet durch ihre Vereinigung mit dem Wasser und dem Sauerstoff der Luft Salpetersäure.

Wird die salpetrige Säure mit wenig Wasser vermengt, so findet keine Zersetzung statt, sondern sie nimmt, durch die Absorption einer geringen Quantität Wasser, eine grüne Farbe an. Die salpetrige Säure zersetzt das in Wasser aufgelöste Schwefelwasserstoffgas; eine Wirkung, welche durch die Salpetersäure nicht hervorgebracht wird.

Zu den brennbaren und organischen Körpern verhält sie sich im Allgemeinen, wie die Salpetersäure selbst, nur mit dem Unterschiede, dafs ihre Wirkung auf dieselben noch heftiger ist, indem sie ihren losegebundenen Sauerstoff noch schneller abgibt.

Die Analyse dieser Säure kann gemacht werden, wenn man sie über glühendes Kupfer durch eine Porzellanröhre streichen läfst, wobei das Kupfer allen Sauerstoff aufnimmt, und der Stickstoff sich als Gas entwickelt. Ist die Säure

wasserhaltig, so muſs das freiwerdende Wasser durch salzsauren Kalk absorbirt werden.

Die salpetrige Säure besteht aus:

Stickstoff	1	Atom	14	30,4
Sauerstoff	4	—	32	69,6
			46	100

Oder den Raumtheilen nach aus:

Stickgas	1,0;	oder Stickstoffdeutoxydgas	2
Sauerstoffgas	2	— Sauerstoffgas	1

Untersalpetrige Säure (*Acide hyponitreux*).

Nach den Beobachtungen von Gay-Lussac und Dulong enthält die untersalpetrige Säure noch ein Atom Sauerstoff weniger als die salpetrige Säure, und kann durch die Vereinigung von 100 Maſsen Oxygen mit 400 Maſsen Stickstoffdeutoxyd gebildet werden, vorzüglich dann, wenn hiebei wässeriges Kali zugegen ist, mit welchem sie sich verbindet.

Dulong erhielt sie bei starker Abkühlung durch die Verbindung der beiden Gasarten als eine dunkelgrüne ins Blaue schielende Flüssigkeit.

Berzelius bezweifelt die Eigenthümlichkeit dieser Säure, und betrachtet sie als eine Doppelsäure, bestehend aus Salpetersäure und salpetriger Säure.

Die untersalpetrige Säure besteht nach Dulong aus:

Stickstoff	1	Atom	14	36,8
Sauerstoff	3	—	24	63,2
			38	100

Oder nach den Raumtheilen aus:

Stickgas	1 Vol.;	oder Stickstoffdeutoxydgas	2 Vol.
Sauerstoffgas	1,5 —	— Sauerstoffgas	0,5 —

Oxyde des Stickstoffes.

Wie wir gesehen haben, vereinigt sich der Stickstoff mit dem Sauerstoff in drei verschiedenen Verhältnissen, um die eben untersuchten Säuren zu erzeugen; auſserdem aber vereinigt er sich noch in zwei andern Verhältnissen mit

einer geringerern Menge von Sauerstoff zu Verbindungen, welche keine sauern Eigenschaften haben, sondern in die Reihe der Oxyde gerechnet werden müssen. Diese beiden Oxyde stehen mit der Salpetersäure in so engem Zusammenhang, daſs man sie, ohne undeutlich zu werden, nicht wohl davon trennen kann, indem sie sich nur durch Zerlegung der Salpetersäure darstellen lassen.

1) Stickstoffdeutoxyd (*Deutoxide d'Azote.*)

Diese Verbindung, auch bekannt unter dem Namen von Nitrogendeutoxyd, Stickstoffoxydgas, Salpetergas und nitröses Gas wurde von Hales entdeckt, aber von Priestley und Andern näher untersucht. Das Stickstoffdeutoxyd wird in der Natur nicht angetroffen, sondern ist stets ein Product der Kunst.

Man kann dieses Gas darstellen, wenn man Salpetersäure auf verschiedene Metalle einwirken läſst. Zu dem Ende bringt man in eine Entbindungsflasche eine Unze Kupferfeile mit 1 ½ Unzen Salpetersäure von 1,200 bis höchstens 1,250 specifischen Gewichtes. Das sich entwickelnde Gas wird an der pneumatischen Wanne unter Glocken mit Wasser aufgefangen, und ist nur dann erst als rein zu betrachten, wenn sich in der Entbindungsflasche keine rothen Dämpfe mehr befinden *). Hierbei erleidet ein Theil der Salpetersäure eine Zersetzung. Drei Atome des Sauerstoffs dieser Säure verbinden sich nämlich mit dem metallischen Kupfer, und verwandeln es in Kupferoxyd, welches sich seinerseits mit dem andern Theil der nicht zersetzten Salpetersäure zu salpetersaurem Kupferoxyd, einem blauen Salze, welches in der Entbindungsflasche zurückbleibt, verbindet. Die Salpetersäure, welche drei Atome Sauerstoff verloren hat, wird dadurch in Stickstoffdeutoxyd verwandelt, welches sich als Gas entwickelt.

---

*) Wenn die Salpetersäure in einem zu concentrirten Zustande angewendet wird, so ist das Gas immer durch etwas Stickstoffgas verunreinigt; das erhaltene Gas ist daher um desto reiner, mit einer je gröſseren Menge Wassers die Säure verdünnt ist.

Eigenschaften. Das Gas ist farbenlos und hat ein specifisches Gewicht von 1,041, und 100 Cubikzoll wiegen bei mittlerer Temperatur und bei mittlerem Druck 32 Gran. Ein Licht erlöscht in dem Gas, und Thiere können nicht darin leben. Einige thierische Stoffe werden davon gelb gefärbt. Das luftleere Wasser absorbirt davon etwa ein Zwanzigstel seines Volumens. Das Gas ist keineswegs sauer, und die Lakmustinctur wird nicht davon geröthet.

Der ausgezeichnetste Charakter dieses Gases ist, daſs es, sobald es mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, den Sauerstoff derselben absorbirt, wodurch es in rothe Dämpfe von salpetriger Säure verwandelt wird. Aus diesem Grunde hat man ehedem das Gas theils für sich, theils in einer Auflösung von schwefelsaurem Eisen verdichtet, als eudiometrisches Mittel angewendet.

Durch lange fortgesetzte elektrische Schläge wird es in Stickgas und in Salpetersäure zerlegt. Glühende Kohlen und Pyrophor brennen in demselben.

Läſst man das Gas durch eine glühende Porzellanröhre streichen, so erleidet es keine Veränderung; befinden sich aber in der Röhre brennbare Körper, als: Kohle, Platindrath und einige andere Metalle, so wird es bei der Kohle in Stickgas und kohlensaures Gas, bei dem Platin aber in Stickgas und in salpetrige Säure verwandelt.

Wird es mit Wasserstoffgas vermengt und dann entzündet, so brennt das Gemeng mit einer grünen Flamme; das nämliche Gemeng wird durch Platinschwamm in Wasser und Ammonium verwandelt (Dulong und Thenard); eben so brennt es mit einer gelben sehr leuchtenden Flamme, wenn es mit Schwefelkohlendampf vermengt, und alsdann angezündet wird.

Das Schwefelwasserstoffgas, so wie das Phosphorwasserstoffgas werden, wenn sie feucht sind, durch das Stickstoffdeutoxydgas zum Theil zersetzt, wodurch der Schwefel und der Phosphor abgeschieden werden.

Läſst man das Stickstoffdeutoxydgas in concentrirte Salpetersäure streichen, so erleidet nicht allein das Gas, sondern auch die Säure eine Veränderung. Letztere wird gelb,

alsdann roth, grün, und durchläuft mehrere Nuancen. Die Salpetersäure wird hier offenbar zersetzt, indem sie einen Theil ihres Sauerstoffs dem Deutoxyd abtritt; weſshalb die Salpetersäure durch ihren Verlust an Sauerstoff, und das Gas durch sein Aufnehmen des Sauerstoffs in salpetrichte Säure verwandelt werden; auf diese Weise kann man sich eine flüssige salpetrige Säure verschaffen, die zwar immer noch mit einer beträchtlichen Quantität Salpetersäure vereinigt ist, und als Doppelsäure betrachtet werden kann.

Das Stickstoffdeutoxyd besteht aus:

Stickstoff	1 Atom	14	46,67
Sauerstoff	2 —	16	53,33
		30	100.

Oder den Raumtheilen nach aus:

Stickgas	1 Volumen
Sauerstoffgas	1 —

2) **Stickstoffprotoxyd** (*Protoxyde d'Azote.*)

Wenn dem Stickstoffdeutoxydgase noch ein Atom Sauerstoff entzogen wird, so entsteht daraus ein besonderes von Priestley 1776 entdecktes Gas, welches nach und nach unter den Benennungen von dephlogistisirter Salpeterluft, *Nitrogenprotoxyd*, oxydirtes Stickgas und oxydulirtes Salpetergas bekannt, und von mehreren Chemikern untersucht wurde. In der Natur ist es bis jetzt nicht angetroffen worden.

Wenn man unter eine mit Stickstoffdeutoxydgas angefüllte Glocke schwefelichtsaure Alkalien, salzsaures Zinnoxydul, Schwefelkalien und andere für die Aufnahme des Sauerstoffs sehr empfängliche Körper bringt, so entziehen diese dem Deutoxyd ein Atom Sauerstoff, und verwandeln es dadurch in Protoxydgas, wodurch ersteres bis zur Hälfte seines Volumens vermindert wird. Auch bildet es sich, wenn man Zink in sehr mit Wasser verdünnter Salpetersäure auflöst.

Durch directe Zusammensetzung des Stickstoffs mit Sauerstoff hat man es bis jetzt noch nie darstellen können; sondern immer nur durch Desoxydirung der höheren Oxydationsstufen des Stickstoffs.

Die vortheilhafteste Art, sich dieses Gas rein und in grofsen Quantitäten zn verschaffen, ist die, es aus reinem salpe ersaurem Ammonium zu entwickeln. Das eben genannte trockne Salz wird über glühenden Kohlen in einem mit einer Glasröhre versehenen Kolben bis zum Schmelzen erhitzt, wobei sich das Gas entwickelt, und unter Glocken, mit Wasser oder mit Salzauflösung gefüllt, aufgefangen werden kann. Die Hitze darf nicht so stark seyn, dafs sich etwas von dem Salz sublimirt, was an den weifsen Dämpfen wahrzunehmen ist.

Bei dieser Operation wird das salpetersaure Ammonium in Wasser und in Stickstoffprotoxyd zerlegt.

Hiebei mufs man sich erinnern, dafs das salpetersaure Ammonium besteht aus:

Salpetersäure	54
Ammonium	17
	71

Die Salpetersäure besteht aus:

Stickstoff	14
Sauerstoff	40
	54

und das Ammonium besteht aus:

Stickstoff	14
Wasserstoff	3
	17

Wenn nun das salpetersaure Ammonium erhitzt wird, so verbinden sich die Elemente desselben in andern Verhältnissen. Der Wasserstoff des Ammoniums nämlich entzieht der Salpetersäure so viel Sauerstoff, als zur Bildung des Wassers erfordert wird, und der übrigbleibende Sauerstoff der Salpetersäure beharret nicht allein in seiner Verbindung mit dem Stickstoff der Salpetersäure, sondern verbindet sich auch noch mit dem Stickstoff des Ammoniums zu Stickstoffprotoxyd, so dafs in dem Kolben, in welchem das salpetersaure Ammonium erhitzt wurde, gar kein Rückstand bleibt.

Eigenschaften des Stickstoffprotoxydgases.

Es ist farbenlos, ohne Geruch und von einem süfslichen Geschmack; sein specifisches Gewicht zur Luft = 1,527. Auf die blauen Pflanzenfarben äufsert es keine Wirkung; auch bringt es beim Zusammentreten mit Stickstoffdeutoxydgas keine rothen Dämpfe hervor, wodurch es sich vom Sauerstoffgas und von der atmosphärischen Luft hinlänglich unterscheidet.

Es unterhält das Verbrennen der Körper besser als die atmosphärische Luft, und eine ausgelöschte noch glimmende Wachskerze zündet sich in demselben von selbst wieder an; dasselbe ist mit einigen andern noch glühenden brennbaren Körpern der Fall, welche sich in demselben sogleich wieder zur Flamme entzünden.

Läfst man es durch eine glühende Porzellanröhre streichen, so zersetzt es sich in ein Gemeng von Sauerstoffgas und Stickstoffgas. Eine ähnliche Zerlegung wird durch die elektrischen Schläge hervorgebracht. Wird es mit Kohlenoxydgas vermengt, so kann es nach Henry durch den elektrischen Funken entzündet werden, und ein dem seinigen gleiches Volumen kohlensaures Gas hervorbringen; ein Mittel, wodurch die Reinheit des Gases erkannt werden kann. Das Deutostickstoffoxydgas ist nicht geeignet, das Kohlenoxydgas zu verbrennen.

Ein Mafs kaltes Wasser löst beinahe $^3/_4$ seines Volumens von diesem Gase auf, und das Wasser nimmt davon einen süfslichen Geschmack an. Durch Aufsieden des Wassers wird das Gas unverändert wieder davon abgeschieden. Durch einen heftigen Druck und durch Abkühlung wird das Gas nach Faraday flüssig.

Das Gas kann ohne Gefahr eingeathmet werden, und erregt mehr oder weniger angenehme Gefühle, ähnlich den ersten Wirkungen des Weinrausches; wefshalb man es auch Lustgas genannt hat. Das dadurch hervorgebrachte Wohlbehagen scheint indessen von der Constitution der Individuen abzuhängen; denn manche werden davon besinnungslos, ohne dafs sie durch das Einathmen desselben zur Fröhlich-

keit gestimmt werden. Uebrigens hat es keine nachtheiligen Folgen auf die Gesundheit, wenn es mit Vorsicht aus ganz reinem salpetersaurem Ammonium gewonnen und von Chlorgas und Stickstoffdeutoxydgas ganz frei ist. Vom Blut wird es aufgelöst, und eine geringe Quantität davon wird beim Einathmen zersetzt.

Das Stickstoffprotoxydgas besteht aus:

Stickstoff	1	Atom	14	63,6
Sauerstoff	1	—	8	36,4
			22	100

Oder den Raumtheilen nach aus:

Stickgas	100	Volumen
Sauerstoffgas	50	—

3) Phosphorsäure (*Acide phosphorique.*)

Der Phosphor verbindet sich mit dem Sauerstoff in drei verschiedenen Verhältnissen, woraus die Phosphorsäure, die phosphorige Säure und die unterphosphorige Säure entstehen.

Die Phosphorsäure, auch Knochensäure genannt, wurde von Boyle entdeckt, und später von Margraf, Rose und vielen andern Chemikern näher untersucht. Sie wird in der Natur nicht rein, sondern nur in Verbindung mit Kalk, Thonerde, Eisen, Blei, Kupfer, Uran etc. angetroffen. In den organischen, vorzüglich in den thierischen Substanzen, findet man sie mit Ammonium, Kali, Natron und Magnesia vereinigt. Die thierischen Knochen enthalten beinahe die Hälfte ihres Gewichtes dieser Säure.

Bereitungsarten. Die Säure kann auf synthetischem Wege durch Verbrennen des Phosphors oder durch Extraction aus ihren Verbindungen erhalten werden.

1) Wenn man ein Stück trocknen Phosphor anzündet, und ihn mit einer grofsen trocknen Glocke bedeckt, so verbrennt er auf Kosten des in der Luft enthaltenen Sauerstoffs, und die hieraus entstehende Phosphorsäure setzt sich in leichten weifsen Flocken an den Wänden des Glases ab. Die auf diese Weise gebildete Säure ist wasserfrei, und löst sich mit Geräusch und Erhitzung in Wasser auf.

Man kann auch in Phosphor, welcher in heifsem Wasser geschmolzen ist, einen Strom von Sauerstoffgas streichen lassen, wodurch der Phosphor unter Wasser mit Flamme brennt und Phosphorsäure erzeugt; hiebei bildet sich aber auch eine Quantität rothes Phosphoroxyd.

2) Man bringt in eine tubulirte, mit Vorlage versehene Retorte Salpetersäure von 1,145 specifischem Gewicht, erwärmt sie im Sandbade, und trägt nach und nach Stücke Phosphor in dieselbe, bis er sich nicht mehr darin auflöst.

Der Phosphor zersetzt hier die Salpetersäure, indem er ihr 3 Atome Sauerstoff entzieht, wodurch sie in Azotdeutoxyd verwandelt wird, welches sich in Gasform entwickelt. Indem nun der Phosphor den Sauerstoff aus der Salpetersäure aufnimmt, wird er dadurch selbst zu Phosphorsäure, welche in der Retorte, mit noch etwas Salpetersäure vermengt, zurückbleibt. Um letztere davon zu trennen, wird die Flüssigkeit abgeraucht und zuletzt in einer Platinschale schwach geglüht.

Es würde gefährlich seyn eine zu concentrirte Salpetersäure mit Phosphor zu erhitzen, weil dadurch leicht eine Entzündung und Zersprengung der Gefäfse hervorgebracht werden könnte.

3) Man glüht phosphorsaures Ammonium in einem Platintiegel, um das Ammonium zu verflüchtigen; die Phosphorsäure bleibt alsdann im Tiegel zurück; sie enthält indessen nach Dulong immer noch etwas Ammonium. Beim Glühen des phosphorsauren Ammoniums mufs man sorgfältig vermeiden, dafs keine Kohle in den Tiegel fällt, weil durch dieselbe etwas Phosphor frei wird, welcher sich aldann mit Platin zu einer spröden Masse verbinden, und den Tiegel unbrauchbar machen würde. Auch darf der Tiegel nicht bis zum Weifsglühen erhitzt werden, weil auch hier ein Theil der Phosphorsäure zersetzt wird, indem sich der Sauerstoff mit dem Wasserstoff des Ammoniums zu Wasser verbindet, und der dadurch frei gewordene Phosphor wirkt nun ebenfalls nachtheilig auf das Platin.

4) Sehr rein kann man sich die Phosphorsäure verschaffen, wenn man phosphorsauren Baryt oder phosphor-

saures Blei, zwei in Wasser unauflösliche Salze, mit einer solchen Quantität verdünnter Schwefelsäure versetzt, als nöthig ist, um den Baryt und das Bleioxyd in Sulfate zu verwandeln, woraus wiederum zwei unauflösliche Salze entstehen, und wodurch die Phosphorsäure in Freiheit gesetzt wird. Letztere kann alsdann, nachdem die Flüssigkeit abgegossen, ferner abgedampft und in einem Platingefäfs bis zum Glühen erhitzt werden, um die etwaige Schwefelsäure davon zu verflüchtigen.

Alle vorgeschlagenen Verfahrungsarten, die Phosphorsäure aus den Knochen durch Schwefelsäure und Alkohol zu erhalten, geben nie eine ganz reine, sondern stets eine mehr oder weniger kalkhaltige Phosphorsäure.

Eigenschaften. Sie ist fest, entweder in weifsen Flocken als wasserfreie Säure, oder wenn sie wasserhaltig ist in Form eines durchsichtigen farbenlosen Glases als Hydrat, ohne Geruch, von sehr saurem Geschmack, die Lakmustinctur stark röthend.

Noch vor dem Rothglühen schmilzt sie zu einer durchsichtigen Flüssigkeit, und bei der Weifsglühhitze wird eine geringe Menge davon verflüchtigt. Das Glühen darf aber nicht in einem Porzellantiegel vorgenommen werden, weil sie sich sonst mit der Kieselerde und Thonerde desselben zu einem in Wasser unauflöslichen Glase verbindet.

Aus der Luft zieht sie schnell die Feuchtigkeit an, und wird flüssig; eben so löst sie sich, wenn sie rein ist, leicht in Wasser auf. Enthält die verglaste Säure nur wenig Kalk oder fremde Erden; so löst sie sich in Wasser fast gar nicht mehr auf. Die reine Säure ist in Weingeist auflöslich.

Durch die Volta'sche Säule wird eine schwach angefeuchtete Säure zerlegt, wobei sich der Sauerstoff zum positiven Pol, und der Phosphor zum negativen Pole begibt.

Die Kohle und einige Metalle zersetzen die Phosphorsäure, indem sie ihr bei hoher Temperatur den Sauerstoff entziehen.

Wird Kohle mit Phosphorsäure geglüht, so verbindet sich der Sauerstoff der Phosphorsäure mit der Kohle, wodurch kohlensaures Gas und Kohlenoxydgas gebildet werden.

Da nun aber die verglaste Phosphorsäure immer Wasser enthält, so wird auch dieses durch die Kohle zersetzt, wodurch, aufser den beiden eben genannten Gasarten, auch Kohlenwasserstoffgas und Phosphorwasserstoffgas gebildet werden.

Um die Reinheit der Phosphorsäure auf Schwefelsäure, Salzsäure und Kalk zu prüfen, mufs man sie genau durch reines kohlensaures Natron oder Ammonium neutralisiren. Enthält sie Kalk, so wird dieser schon durch das Sättigen der Säure mit einem der eben genannten Alkalien als neutraler phosphorsaurer Kalk niedergeschlagen. Wird die Flüssigkeit mit salzsaurem Baryt versetzt, so entsteht ein weifser Niederschlag von phosphorsaurem Baryt, welcher sich aber in Salzsäure oder Salpetersäure vollkommen wieder auflösen mufs, wenn keine Schwefelsäure in der Flüssigkeit zugegen war.

Mit salpetersaurem Silber wird ein gelber Niederschlag von phosphorsaurem Silber hervorgebracht, welcher sich in reiner Salpetersäure ganz wieder auflöst, wenn keine Salzsäure vorhanden war *).

Die wasserfreie Phosphorsäure besteht aus:

Phosphor	1	Atom	16	44,44
Sauerstoff	2½	—	20	55,56
			36	100

Die verglaste Phosphorsäure als Hydrat besteht nach **Dulong** aus:

Phosphorsäure	1	Atom	36	79,4
Wasser	1	—	9	20,6
			45	100

Anwendung. Zur Analyse einiger Mineralien, welche Kali und Natron enthalten. Als Arzneimittel gegen Knochenfrafs, Lungensucht etc. Im unreinen Zustande zur Bereitung des Phosphors und einiger falscher Edelsteine.

---

*) Wenn die Phosphorsäure zuvor stark geglüht war, und nun mit Alkalien gesättigt wird, so schlägt sie das Silbersalz nicht mehr gelb, sondern weifs nieder; wovon bei der Pyrophosphorsäure und beim phosphorsauren Natron das Weitere vorkommen wird.

Phosphorige Säure. (*Acide Phosphoreux.*)

Wenn der Phosphor langsam an der Luft verbrennt und im Dunkeln mit einem schwachen Schein leuchtet, so bildet sich ein weifser, nach Knoblauch riechender Rauch, welcher die Feuchtigkeit aus der Luft anzieht und die phosphorige Säure bildet.

Um das langsame Verbrennen an der Luft zu bewerkstelligen und nun auf diese Weise die phosphorige Säure zu erzeugen, bringt man in Glasröhren, welche am untern Ende eine feine Oeffnung haben, Stücke Phosphor, und setzt sie in einen Trichter über einer leeren Flasche dem Luftzuge aus. Bei warmer und feuchter Luft wird der Phosphor nach und nach den Sauerstoff absorbiren, sich mit dem Wasser der Luft vereinigen, und als weifser Dampf (wasserhaltige phosphorige Säure) in die leere Flasche hinabsinken.

In trockner Luft hört das Leuchten des Phosphors bald auf, weil die erzeugte phosphorige Säure in fester Gestalt die Oberfläche des Phosphors bedeckt und dadurch seine Berührung mit der Luft verhindert, was in einer feuchten Luft nicht der Fall ist.

Das Hydrat der phosphorigen Säure wird erhalten, wenn man Chlorphosphor mit Wasser vermengt, wobei letzteres zersetzt wird; der Wasserstoff verbindet sich nämlich mit dem Chlor zu Hydrochlorsäure, welche durch Erwärmen verflüchtigt wird, und der Sauerstoff des Wassers bildet mit dem Phosphor die phosphorige Säure, welche nach gelindem Abdampfen bis zur Syrupdicke beim Abkühlen als Hydrat krystallisirt.

Eine neue von Droquet angegebene Methode die phosphorige Säure zu bereiten, besteht darin, dafs man in einem schmalen cylindrischen Glasgefäfs Phosphor unter Wasser schmilzt, und bis in den geschmolzenen Phosphor Chlorgas leitet. Das Gefäfs mufs während der Operation so verschlossen seyn, dafs kein Luftwechsel statt finden kann, und das Volumen des Phosphors mufs wenigstens ¼ von dem des Wassers betragen. Das Chlorgas vereinigt sich mit dem Phosphor zu Hyperchlorür, welches vom Wasser absorbirt

wird, mit dem es sich in Salzsäure und phosphorichte Säure zersetzt. Sobald das Wasser so gesättigt ist, dafs das Gas unabsorbirt durch dasselbe durchzugehen anfängt, beendigt man die Operation.

Man darf kein Chlorgas direct in die Flüssigkeit kommen lassen, weil sich dann sonst sogleich Phosphorsäure bildet. Die Flüssigkeit wird hernach im luftleeren Raum neben Kalihydrat abgedampft, welches das Salzsäuregas und das Wasser absorbirt.

Eigenschaften. In fester Gestalt als ein weifses sublimirbares Pulver von knoblauchartigem Geruch und sehr saurem Geschmack. Als Hydrat in sehr zerfliefslichen Krystallen, den Sauerstoff der Atmosphäre nur schwach absorbirend; ist sie aber in vielem Wasser aufgelöst, so absorbirt sie den Sauerstoff schneller und wird dadurch in Phosphorsäure verwandelt.

Beim Erhitzen wird die wasserhaltige so wie die an der Luft zerflossene phosphorige Säure zersetzt und zwar durch die Zerlegung des darin enthaltenen Wassers, wobei sich Protophosphorwasserstoffgas bildet, und Phosphorsäure zurückbleibt.

Man kann die phosphorige Säure und selbst die zerflossene von der Phosphorsäure leicht durch folgende Merkmale unterscheiden.

1) Die phosphorige Säure entwickelt beim Erhitzen Protophosphorwasserstoffgas, was an der Mündung des Kolbens mit Flamme brennt; eine Erscheinung, welche beim Erhitzen der Phosphorsäure nicht statt findet.

2) Die phosphorige Säure, wenn sie mit Salpetersäure erwärmt wird, zersetzt die letztere, und es entstehen dabei in dem Glaskolben rothe Dämpfe; die Phosphorsäure hingegen äufsert keine zerlegende Wirkung auf die Salpetersäure.

3) Die phosphorige Säure endlich bildet mit dem salpetersauren Silber einen schwarzen Niederschlag (Phosphorsilber); durch Phosphorsäure hingegen wird in dem salpetersauren Silber keine Veränderung hervorgebracht.

Die

Die Metalloxyde und Metallsalze, welche ihren Sauerstoff leicht verlieren, werden durch die phosphorige Säure reducirt, wobei sich Phosphorsäure bildet, wie dieſs mit dem rothen Quecksilberoxyd und mit mehreren Quecksilberverbindungen der Fall ist.

Dulong hatte die durch langsames Verbrennen des Phosphors an der feuchten Luft gebildete Säure für eine eigenthümliche Säure gehalten, welche er Hypophosphorsäure, phosphatische Säure nannte; allein nach Davy's Versuchen hat es mehr Wahrscheinlichkeit für sich, daſs sie ein Gemeng von phosphoriger Säure mit Phosphorsäure ist, und zwar enthält sie um desto mehr Phosphorsäure, je länger sie der Luft ausgesetzt war.

Die phosphorige Säure besteht aus:

Phosphor	1	At.	= 16	57,14
Sauerstoff	1½	—	= 12	42,86
			28	100

Unterphosphorige Säure. (*Acide hypophosphoreux.*)

Diese Säure wurde 1816 von Dulong entdeckt, indem er Phosphor-Barium mit Wasser benetzte. Das Wasser wird hiebei zersetzt, und es bildet sich nicht allein Phosphorwasserstoffgas, welches entweicht, sondern auch unterphosphorige Säure und Phosphorsäure, welche sich beide mit dem Baryt verbinden, erstere zu einem in Wasser auflöslichen und letztere zu einem unauflöslichen Salze.

Die Flüssigkeit wird von dem unauflöslichen phosphorsauren Baryt abgegossen, und so lange mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, bis kein Niederschlag von schwefelsaurem Baryt mehr entsteht, wodurch die unterphosphorige Säure in Freiheit gesetzt wird.

Die Flüssigkeit kann durch Abdampfen verdichtet, aber nicht bis zur Trockne abgeraucht werden, weil sie im letztern Fall zersetzt wird, indem sie sich durch die Zersetzung des Wassers in Phosphorwasserstoffgas und in Phosphorsäure verwandelt.

In ihrem concentrirten Zustande ist sie eine durchsichtige zähe Flüssigkeit von einem sehr sauren Geschmack,

welche die Oxyde mit groſser Schnelligkeit desoxydirt. Sie unterscheidet sich von der Phosphorsäure und von der phosphorigen Säure vorzüglich dadurch, daſs sie mit allen Basen in Wasser sehr auflösliche zum Theil zerflieſsliche und selbst im Weingeist auflösliche Salze bildet. Auch durch Benetzung des Phosphorstrontiums und Phosphorcalciums mit Wasser wird diese Säure gebildet.

Die Verhältnisse der Bestandtheile der Säure haben noch nicht mit vollkommener Genauigkeit angegeben werden können. Dulong vermuthet indessen, daſs sie nur halb so viel Sauerstoff enthalte, als die phosphorige Säure, und diesem zufolge wäre sie zusammengesetzt aus:

Phosphor	2	Atome	32	72,7
Sauerstoff	1½	—	12	27,3
			44	100.

Pyrophosphorsäure.

Professor Engelhart in Nürnberg hatte bemerkt, daſs eine geglühte und in Wasser wieder aufgelöste Phosphorsäure das Eiweiſs fälle, welche Eigenschaft die Auflösung aber nach und nach wieder verliert.

Eben so hatte Clark beobachtet, daſs das phosphorsaure Natron nach dem Glühen die Auflösung des Silbersalzes nicht mehr gelb, sondern weiſs niederschlage; eine Beobachtung, welche von Gay-Lussac und Strohmeyer bestätigt wurde. Strohmeyer fand ferner, daſs das weiſse pyrophosphorsaure Silber ein spec. Gew. von 5,306, das gelbe phosphorsaure Silber aber ein spec. Gew. von 7,321 habe und daſs ersteres viel leichter schmelzbar sey, als das letztere; daſs ersteres am Licht röthlich und letzteres schwarz werde.

Auch gibt die Pyrophosphorsäure, mit Basen verbunden, andere Salze als die Phosphorsäure, von welchen bei dem phosphorsauren Natron die Rede seyn wird; worin aber diese Verschiedenheit der Pyrophosphorsäure von der Phosphorsäure begründet sey, ist bis jetzt noch nicht ausgemittelt worden, und verschiedene darüber aufgestellte Hypothesen haben den Gegenstand noch nicht gehörig aufgeklärt.

IV. Säuren des Schwefels.

Man kennt vier Säuren, deren Radical der Schwefel ist, nämlich: Schwefelsäure, Unterschwefelsäure, schwefelige Säure und unterschwefelige Säure. In Rücksicht der in ihnen enthaltenen Quantität des Schwefels sind alle vier einander gleich; allein die Quantität des Sauerstoffs ist verschieden, und zwar bei der erstgenannten drei, bei der zweiten 2,5, bei der dritten zwei, und bei der vierten eine.

1) Von der Schwefelsäure. (*Acide sulfurique.*)

Die Schwefelsäure, bekannt unter dem Namen von Vitriolöl und Vitriolsäure, wurde im 15ten Jahrhundert von Basilius Valentinus entdeckt.

Gleich nach ihrer Entdeckung wurde sie nur vermittelst der Destillation des schwefelsauren Eisens, und später durch das Verbrennen eines Gemengs von Schwefel und Salpeter dargestellt.

In einigen vulcanischen Quellen in Java, Sienne, Savoyen etc. soll sie rein vorkommen; es ist aber nicht sehr wahrscheinlich, dafs eine so mächtige Säure isolirt in der Natur angetroffen wird. Uebrigens findet man sie sehr häufig verbreitet und zwar verbunden mit verschiedenen erdigen, alkalischen und metallischen Basen, als mit Thonerde, Kalk, Magnesia, Baryt, Strontian, Kali, Natron, Eisenoxyd, Bleioxyd etc.

Gegenwärtig wird diese Säure auf folgende Weise im Grofsen dargestellt.

1) Auf synthetischem Wege durch Verbrennen des Schwefels.

2) Durch Extraction aus ihren Verbindungen, nämlich: indem man Eisenvitriol einer Destillation unterwirft.

Im ersteren Fall wird die sogenannte englische, und im letztern die deutsche oder sächsische Schwefelsäure gewonnen.

a) Die durch das Verbrennen des Schwefels dargestellte Schwefelsäure.

Das Verbrennen des Schwefels mit Salpeter wurde zuerst in England im Grofsen ausgeführt, und Roebeck legte die erste Bleikammer in Schottland an, ein Verfahren, was nun in allen Ländern des Continents mit grofsem Vortheil befolgt wird. Zu dem Ende wird auf der gufseisernen Platte eines gut ziehenden Windofens Schwefel verbrannt, welcher mit dem achten bis neunten Theil seines Gewichts Salpeter vermengt ist; dabei ist die Einrichtung so getroffen, dafs die durch das Verbrennen des Gemengs entstehenden flüchtigen Theile in ein hölzernes Gebäude geleitet werden, welches im Innern wasser- und luftdicht mit Bleiplatten bedeckt ist und auf dessen Boden sich einige Zoll hoch Wasser befindet. Diefs ist die sogenannte Bleikammer oder das sogenannte Bleihaus, wovon eins von mittlerer Gröfse etwa 30 Fufs Länge und 22 Fufs Breite hat.

Der Schwefel absorbirt bei seinem Verbrennen an der Luft, oder selbst in Sauerstoffgas niemals so viel Sauerstoff als nöthig wäre, um ihn in eine vollkommene Schwefelsäure zu versetzen. Auch wenn er in den oben angegebenen Verhältnissen mit Salpeter gemengt ist, wird er nur zum Theil in Schwefelsäure verwandelt; diese verbindet sich aber mit dem Kali des Salpeters und bleibt als schwefelsaures Kali auf der Platte, wo das Verbrennen vor sich ging, zurück. Es werden daher von einem Theil Schwefel 3 Atome des Sauerstoffs aus der Salpetersäure aufgenommen, wodurch dieser in Schwefelsäure umgewandelt wird, und nun an das Kali des Salpeters tritt.

Ein anderer Theil des auf Kosten der Luft brennenden Schwefels entwickelt sich als schweflichsaures Gas und wird durch den Luftzug in die Bleikammer getrieben. Eben so die Salpetersäure, welche drei Atome Sauerstoff verloren hat und durch diesen Verlust in Salpetergas oder Stickstoffdeutoxyd verändert wird, welches Gas auch in die Bleikammer tritt.

Die beiden flüchtigen Stoffe oder Gasarten, welche sich also beim Verbrennen des Gemenges von Schwefel und Salpeter bilden, und durch den Luftzug in die Bleikammer ge-

trieben werden, sind schweflichsaures Gas und Stickstoffoxydgas. Das letztere Gas ist ein unentbehrliches Ingrediens, um das schweflichsaure Gas in Schwefelsäure zu verwandeln. Aus dem Grunde wird durch das Verbrennen des Schwefels ohne Beisatz von Salpeter keine Schwefelsäure erzeugt, es sey denn, dafs man das Stickstoffoxydgas auf eine andere Weise als aus dem Salpeter entwickeln und in die Bleikammer mit dem schweflichsauren Gas in Berührung bringen könnte. *)

Die beiden ebengenannten Gasarten würden indessen durch ihr blofses Zusammentreffen nicht gegenseitig auf einander wirken; da sich nun aber in der Bleikammer Luft befindet, so bemächtigt sich das Stickstoffoxydgas des Sauerstoffs derselben, woraus salpetrige Säure entsteht, und diese gibt erst die zwei aus der Luft genommenen Atome Sauerstoff an die schwefelige Säure ab, wodurch letztere ihrerseits in Schwefelsäure verwandelt wird, welche sich sodann in dem in der Bleikammer enthaltenen Wasser auflöst.

Die salpetrige Säure kehrt durch den Verlust der zwei Atome Sauerstoff wieder in den Zustand von Stickstoffoxyd zurück, und dieses wird abermals durch die Luft in salpetrige Säure verwandelt, welche nun wieder aufs Neue dazu benutzt wird, das schweflichsaure Gas in den Zustand von Schwefelsäure zu versetzen, und so entsteht ein fortgesetztes Aufnehmen und Wiederabgeben des Sauerstoffs, welches ununterbrochen vor sich geht, so lange die beiden Gasarten in die Kammer strömen und so lange atmosphärische Luft in derselben vorhanden ist.

Die trockne salpetrige Säure wird aber dennoch ihren Sauerstoff nur dann an das ebenfalls trockne schweflichsaure Gas abtreten, wenn etwas Wasser hinzugefügt ist

*) Wenn man den Schwefel ohne Beisatz von Salpeter verbrennen will, so mufs schwarzer Syrup oder Stärkemehl in einer Retorte mit Salpetersäure gekocht werden, so dafs das sich entwickelnde Stickstoffoxydgas in die Kammer geleitet werden kann. Durch die Zersetzung der genannten organischen Substanzen bildet sich Kleesäure, welche in der Retorte zurückbleibt, und durch welches Product die Kosten dieser Operation einigermafsen gedeckt werden.

(eine Bedingung, welche in der Bleikammer durch das vorgeschlagene Wasser erfüllt wird). Es müssen daher in der Bleikammer aufser der Luft auch Wasserdämpfe zugegen seyn, und diefs hat einige Fabricanten veranlafst, in einer Destillirblase aufser der Kammer Wasser zu kochen, und die Wasserdämpfe vermittelst einer Röhre in die Kammer streichen zu lassen *).

Die Theorie der Bildung der Schwefelsäure in der Bleikammer wurde von Clement und Desormes zuerst aufgestellt; sie wurde alsdann von Davy bestätigt, und ist nun allgemein angenommen worden.

Man kann sie dadurch sehr anschaulich machen, wenn man in einen mit einem messingenen Hahn versehenen Ballon, welcher ein Gemeng von schweflichsaurem Gas und atmosphärischer Luft enthält, Stickstoffdeutoxydgas streichen läfst. Letzteres Gas wird durch die Luft zu salpetriger Säure, und diese wird durch das schweflichsaure Gas zersetzt, woraus sogleich Schwefelsäure entsteht, welche sich bei einer sehr geringen Quantität Wasser in weifsen Nadeln im Ballon absetzt. Wenn man diese Krystalle mit Wasser benetzt, so bildet sich liquide Schwefelsäure unter Entweichung von rothen Dämpfen, wefshalb man die Krystalle für eine Verbindung von Schwefelsäure mit Stickstoffdeutoxyd gehalten hat, welches letztere aber nun bei seinem Entweichen durch die Berührung mit der Luft zu salpetriger Säure wird. Gay-Lussac ist aber der Meinung, dafs die Krystalle aus einer Verbindung der concentrirten Schwefelsäure mit salpetriger Säure bestehen, und diese Meinung gründet sich darauf, dafs die rothen Dämpfe auch dann entstehen, wenn diese Krystalle ohne Zutritt der Luft, z. B. in einem Gefäfs, welches kohlensaures Gas enthält, mit Wasser benetzt werden.

In Ermangelung des oben angeführten Ballons bedient

---

*) Ich sah eine solche Einrichtung bei zwei Bleikammern bei Herrn Dubuc in Rouen in der Normandie, und Herr Dubuc glaubte beobachtet zu haben, dafs die Bildung der Schwefelsäure durch die Wasserdämpfe schneller bewirkt wird.

man sich einer grofsen Flasche, in welcher man durch Kochen der concentrirten Schwefelsäure mit Quecksilber schweflichsaures Gas, und alsdann durch die Wirkung der Salpetersäure auf Kupfer Stickstoffdeutoxydgas streichen läfst, wobei sich ebenfalls die Schwefelsäure bildet, und sich in Verbindung mit salpetriger Säure in weifsen Krystallen an den Wänden der Flasche absetzen wird.

Wenn das Verbrennen des Gemenges von Schwefel und Salpeter eine Zeit lang fortgesetzt ist, so hat sich in der Bleikammer eine beträchtliche Quantität Schwefelsäure gebildet, welche sich nun in dem Wasser auflöst; — diese verdünnte Säure wird durch Hähne aus der Kammer abgelassen, wenn sie etwa ein specifisches Gewicht von 1,233 erreicht hat. In diesem Zustand enthält sie aufser der grofsen Quantität des ihr beigemengten Wassers noch schweflichsaures Gas, Salpetersäure und Salzsäure; alle Substanzen, welche flüchtiger als sie sind, und daher leicht davon getrennt werden können.

Zu dem Ende wird die aus der Bleikammer gewonnene Säure in flachen Bleikesseln gekocht, bis sie ein specifisches Gewicht von 1,533 erreicht hat. Obgleich dadurch nun noch nicht alles Wasser verflüchtigt ist, so darf man sie in den Bleikesseln doch nicht länger kochen lassen, weil bei einer stärkeren Concentration eine höhere Temperatur erfordert wird, als das Blei zu ertragen im Stande ist. Alsdann wird sie in grofsen mit Thon überzogenen Glasretorten auf Galeerenöfen durch Holz- oder Torf-Feuer erhitzt, bis sie aufhört zu kochen, oder bis sich an der Luft weifse Dämpfe bilden. Nun ist alles ihr beigemengte Wasser davon getrennt, wobei freilich zuletzt etwas Schwefelsäure mit in die Vorlage hinüber gerissen wird, welche verdünnte Säure aber zu andern Zwecken verwendet werden kann.

Anstatt die Concentration der Schwefelsäure in Glasretorten zu vollenden, deren Zerspringen doch zuweilen unvermeidlich ist, wendet man grofse Destillirkessel von Platin an, um die Schwefelsäure völlig zu entwässern, welche durch ihre lange Ausdauer allerdings einen grofsen Vortheil gewähren.

Wenn die hinreichend concentrirte Säure in den Destillirgefäſsen erkaltet ist, wird sie in groſse Flaschen von grünem Glas gebracht, und mit gebranntem Thon, welcher zuvor in geschmolzenen Schwefel getaucht war, verschlossen und so mit Stroh umwickelt in Körben aufbewahrt.

Die im Handel vorkommende concentrirte Schwefelsäure enthält immer einige Procente fester Körper, welche theils von dem in die Bleikammer gebrachten Wasser herrühren; eben so etwas schwefelsaures Blei, welches aus der Kammer aufgelöst ist, und schwefelsaures Kali, welches durch ein zu heftiges Verbrennen des Schwefels mit Salpeter in die Kammer geworfen, oder durch die Dämpfe mit fortgerissen wurde.

Um die Säure zu genauen Versuchen chemisch rein darzustellen, und sie von jenen weniger flüchtigen Substanzen zu befreien, muſs sie destillirt werden. Dazu werden höchstens zwei Pfund concentrirte Säure in einer kleinen mit Vorlage versehenen Glasretorte bis zum Kochen erhitzt. Der obere Theil der Retorte muſs dabei durch einen Dom heiſs erhalten werden, damit die sich bildenden Dämpfe sich nicht zu schnell verdichten, und wieder in die Retorte zurückfallen. Die Destillation ist überhaupt wegen der erforderlichen hohen Temperatur mit Schwierigkeit verbunden, und auſserdem entsteht durch die abgesetzten Salze eine oft wiederholte Erschütterung in der Flüssigkeit, wodurch die Retorte zertrümmert werden kann. Dieſs stoſsweise Kochen wird durch einige spitze Glasstücke oder, nach Gay-Lussac, dadurch gehoben, daſs man einen gewundenen Platindraht in die zu destillirende Schwefelsäure bringt. Mit mehr Sicherheit geht indessen die Destillation von Statten, wenn die Schwefelsäure in der Retorte zum Theil von oben und an den Wänden hinreichend erwärmt wird. *)

---

*) Die aus den Bleikammern bei Wien erhaltene Schwefelsäure setzt nach einiger Zeit einen krystallisirten Bodensatz ab, welcher gröſstentheils aus schwefelsaurer Magnesia mit etwas Gyps besteht.

b) die durch Extraction aus dem Eisenvitriol gewonnene Schwefelsäure.

Das grüne schwefelsaure Eisenoxydul wird auf Platten nach und nach erwärmt, um es von seinem Krystallwasser zu befreien, und um durch den Zutritt der Luft das Oxydul des Eisens in Oxyd zu verwandeln, welches eine viel geringere Verwandtschaft zur Schwefelsäure hat, als das Oxydul, weſshalb es dieselbe beim Erhitzen auch viel schneller fahren läſst.

Das auf diese Weise getrocknete und höher oxydirte schwefelsaure Eisen wird nun in Retorten von Steingut, welche mit Vorlagen versehen sind, bis zum Glühen erhitzt, wobei die gröſste Menge der Schwefelsäure überdestillirt; ein Theil derselben aber wird zersetzt, woraus schweflichsaures Gas und Sauerstoffgas entstehen; ein geringer Theil des schweflichsauern Gases wird indessen von der übergegangenen Schwefelsäure wieder aufgelöst. Die Destillation des Eisenvitriols wird vorzüglich in Nordhausen, in mehreren Gegenden von Sachsen und Böhmen, in Bodenmais in Bayern etc. im Groſsen getrieben, und das auf diese Weise erhaltene Educt ist das sogenannte Nordhäuser Vitriolöl oder die deutsche Schwefelsäure.

Auch der Alaun, der blaue und weiſse Vitriol, und überhaupt alle bei einer hohen Temperatur zersetzbaren Sulfate erleiden die nämliche Veränderung wie der Eisenvitriol, erfordern aber dazu eine stärkere Hitze.

Eigenschaften der englischen Schwefelsäure.

Eine weiſse geruchlose nicht rauchende Flüssigkeit von öliger Consistenz. Specifisch Gewicht = 1,850. Ist sehr wenig flüchtig, kocht erst bei einer Temperatur von 261° R. und friert bei — 25° R.; ist sie aber mit 18 Proc. Wasser vermengt, so friert sie schon bei + 4° und bleibt auch bei einer Temperatur von + 5 und darüber noch fest.

Wird sie an der Luft gekocht, so entweicht sie als ein weiſser dicker Rauch.

Läſst man die concentrirte Schwefelsäure durch eine

enge bis zum Weiſsglühen erhitzte Porzellanröhre streichen, so wird sie zerlegt, woraus nach Gay-Lussac zwei Raumtheile schweflichsaures Gas, und ein Raumtheil Sauerstoffgas entstehen.

Wenn man die concentrirte Schwefelsäure durch zwei Platindrähte mit der Voltaischen Säule in Communication bringt, so setzen sich am negativen Pol Schwefelflocken ab.

Der freien Luft ausgesetzt, erleidet die concentrirte Schwefelsäure keine andere Veränderung, als daſs sie die Wasserdämpfe derselben anzieht, wodurch sie an absolutem Gewicht zu- und an specifischem Gewicht abnimmt. Wird sie in einer flachen Schale der feuchten Luft ausgestellt, so kann sie in einigen Tagen über das Doppelte ihres Gewichts Wasser absorbiren. Sie nimmt aber auch an der Luft eine gelbliche Farbe an, indem der in der Luft schwebende organische Staub hineinfällt und von ihr verkohlt wird.

Wenn man, wie Leslie gezeigt hat, concentrirte Schwefelsäure neben etwas Wasser ins Vacuum der Luftpumpe bringt, so absorbirt sie die sich bildenden Wasserdämpfe so schnell, daſs das Wasser dadurch bis unter den Gefrierpunkt abgekühlt werden, und gefrieren kann. Aus diesem Grunde benutzt man die Schwefelsäure, um wässerige Flüssigkeiten, welche Salze oder Säuren enthalten, und welche beim Erwärmen leicht zersetzt werden, im Vacuo unter dem Recipienten der Luftpumpe zu verdampfen.

Aus dem Verhalten der Schwefelsäure zur Luft geht hervor, daſs sie eine groſse Verwandtschaft zum Wasser hat. Wenn man Schwefelsäure in Wasser gieſst, so sinkt sie vermöge ihrer Schwere darin zu Boden, durch Schütteln vereinigt sie sich aber schnell mit demselben, und es wird dabei aus letzterem eine groſse Menge Wärmestoff frei. Vermengt man zwei Theile Schwefelsäure an Gewicht mit einem Theil Wasser, so entwickelt sich so viel Wärme, daſs die Temperatur des Gemenges um einige Grade den Kochpunkt des Wassers übersteigt.

Die concentrirte Schwefelsäure enthält ein Atom Wasser chemisch gebunden, welches sich durch Wärme nicht

davon trennen läſst; nur wenn sich die Säure mit einer trockenen Basis verbindet, kann das Wasser in Freiheit gesetzt werden.

Wenn man der concentrirten Säure noch ein Atom Wasser hinzufügt, so entsteht hieraus die doppelt gewässerte Schwefelsäure, welche, wie wir schon gesehen haben, bei + 4° friert, ein Fall, der auch oft bei einer Schwefelsäure, welche eine Zeitlang an der feuchten Luft gestanden hat, eintritt.

Die dreifach gewässerte Schwefelsäure erleidet bei ihrer Entstehung die gröſste Verdichtung, und zwar, wenn man ein Atom oder 40 Theile trockne Schwefelsäure mit 3 Atomen oder 27 Theilen Wasser vermengt; vereinigt man daher 49 Theile concentrirte Schwefelsäure, welche schon ein Atom Wasser chemisch gebunden enthält, mit 2 Atomen, oder mit 18 Theilen Wasser, so werden die beiden Flüssigkeiten, wenn sie vor dem Mischen den Raum von 100 Maſs einnahmen, nach der Mischung nur noch 92,14 Maſs betragen (Ure). Gleiche Theile Säure und Wasser miteinander vermengt, verlieren etwa drei Procent von ihrem ersten Volumen.

Wenn man die Schwefelsäure mit fünf bis sechs Theilen Wasser vermengt, so entsteht daraus die verdünnte Schwefelsäure, welche als Arzneimittel unter dem Namen von *Spiritus vitrioli* bekannt ist.

Wegen der starken Erhitzung, wodurch die Glasgefäſse leicht zersprengt werden können, muſs man die Schwefelsäure langsam und unter Umrühren in das Wasser bringen, aber nicht umgekehrt das Wasser in die Schwefelsäure.

Wird die concentrirte Schwefelsäure mit Eis in Berührung gebracht, so kann entweder Kälte oder Wärme entstehen, je nach den Verhältnissen, in welchen die beiden Körper vermischt werden. Vermengt man z. B. ein Theil Eis oder Schnee mit vier Theilen Schwefelsäure, so entsteht augenblicklich eine Flüssigkeit, deren Temperatur die Siedhitze des Wassers noch übertrifft; werden im Gegentheile vier Theile Schnee und ein Theil Schwefelsäure mit einander vermengt, so entsteht eine solche Kälte, daſs das Ther-

mometer bis auf — 15° herabsinkt. Im ersten Falle wird die geringe Menge Schnee gleich zu Wasser, und indem sich dieses verdichtet, wird Wärme frei; im zweiten Falle bedarf die grofse Menge Schnee viel Wärme, um flüssig zu werden, absorbirt daher die Wärme, und dadurch wird die niedere Temperatur hervorgebracht.

Da es oft von Interesse ist, den Gehalt des Wassers in der Schwefelsäure nach ihrem specifischen Gewichte beurtheilen zu können, so theilen wir die hierüber von Dalton entworfene Tabelle mit.

Gehalte der wässerigen Schwefelsäure an trockener Säure.

Spec. Gew.	Procente trockner Säure.	Siedepunkt. Cels.
1,850	81	326°
1,849	80	318
1,848	79	310
1,847	78	301
1,845	77	293
1,842	76	285
1,838	75	277
1,833	74	268
1,827	73	260
1,819	72	253
1,810	71	245
1,801	70	238
1,791	69	230
1,780	68	224
1,769	67	217
1,757	66	210
1,744	65	205
1,730	64	200
1,715	63	195
1,699	62	190
1,684	61	186
1,670	60	182
1,650	58,6	177
1,520	50	143
1,408	40	127
1,300	30	115
1,200	20	107
1,100	10	103

Gehalt der wässerigen Säure nach Vauquelin.

Beaume's Areometergrade.	Spec. Gewicht.	Proc. Vitriolöl.
66	1,842	100
60	1,725	84,22
55	1,618	74,32
50	1,524	66,45
45	1,466	58,02
40	1,375	50,41
35	1,315	43,21
30	1,260	36,52
25	1,210	30,12
20	1,162	24,01
15	1,114	17,39
10	1,076	11,73
5	1,023	6,60

Schwefelsäure und einfache brennbare Körper.

Viele brennbare Körper sind im Stande die Schwefelsäure zu zersetzen, und ihr mehr oder weniger Sauerstoff zu entziehen. Sie selbst zerstört die meisten organischen Substanzen, wobei sich Wasser bildet, und Kohle frei wird, welche sie zum Theile auflöst, und dadurch eine gelbe oder braune Farbe annimmt. Eine solche durch das Hineinfallen von Kork oder Papier braun gewordene Säure kann durch Aufkochen wieder farblos hergestellt werden, wovon bei den organischen Substanzen insbesondere die Rede seyn wird.

Keiner von den einfachen brennbaren Körpern zersetzt die Schwefelsäure ohne Temperaturerhöhung.

Wird Wasserstoffgas mit Dämpfen von Schwefelsäure durch eine glühende Porzellanröhre geleitet, so bildet sich Wasser und schwefeligsaures Gas.

Durch Kohle wird die Schwefelsäure auch theilweise zersetzt, wenn man nämlich trocknes Kohlenpulver mit Schwefelsäure in einem Glaskolben erwärmt. Die Kohle entzieht dabei der Schwefelsäure ein Atom Sauerstoff und wird Kohlensäure; durch diesen Verlust von einem Atom Sauerstoff wird die Schwefelsäure in schwefelige Säure

verwandelt; es entwickelt sich daher durch die mit Kohle erwärmte Schwefelsäure kohlensaures und schwefeligsaures Gas.

Läſst man aber durch eine Porzellanröhre über glühende Kohlen Schwefelsäure streichen, so wird die Säure ganz zersetzt, wobei sich aller Sauerstoff der Schwefelsäure mit der Kohle zu kohlensaurem Gas verbindet und der Schwefel frei wird.

Der Phosphor mit Schwefelsäure erwärmt, entzieht ihr ebenfalls ein Atom Sauerstoff, woraus schwefeligsaures Gas und Phosphorsäure entstehen.

Auch der Schwefel hat die merkwürdige Eigenschaft, die Schwefelsäure theilweise zu zersetzen. Wenn man nämlich Schwefel mit Schwefelsäure aufkocht, so entzieht er derselben einen Antheil Sauerstoff, und bildet schwefelige Säure, die Schwefelsäure selbst wird durch diesen Verlust von Sauerstoff auch zu Unterschwefelsäure, und es entwickelt sich deſshalb hier eine beträchtliche Quantität schwefeligsaures Gas.

Die concentrirte Schwefelsäure zersetzt das Schwefelwasserstoffgas, aber die mit 4 bis 5 Theilen Wasser verdünnte Säure äuſsert keine Wirkung auf dasselbe.

Die concentrirte Schwefelsäure verbindet sich mit feuchter salpetriger Säure, und bildet weiſse Krystalle. Henry, welcher bei seiner Schwefelsäurefabrik sich diese krystallinische Verbindung in groſser Menge zu verschaffen Gelegenheit hatte, fand, daſs sie in der Wärme zum Theil flüssig wurde, und der flüssige Theil hatte 1,831 specifisches Gewicht. Für sich in einer an dem Ende einer schmalen Glasröhre geblasenen Glaskugel erhitzt, ertrug sie + 104°,5 und darüber, ohne zersetzt zu werden, aber bei + 153° gab sie Stickstoffoxydgas, dessen Menge bei steigender Erhitzung bis zu 19,5 engl. Cubikzoll von 100 Gran ging, worauf zuletzt salpetrichte Säure oder wenigstens rothe Salpetersäure überdestillirt. Im Wasser löste sie sich mit Erhitzung und Entwickelung von Stickstoffoxydgas auf, dessen Menge, wenn man die

Zersetzung noch durch Kochen unterstützte, bis auf 16,6 Cubikzoll von 100 Gran ging.

Eigenschaften der deutschen Schwefelsäure.

Die deutsche Schwefelsäure hat immer eine mehr oder weniger braune Farbe, einen schwachen Geruch nach schwefeliger Säure, und gibt an der feuchten Luft einen weifsen Rauch von sich, wefshalb sie auch *Oleum vitrioli fumans* genannt wurde. Die braune Farbe und der schwefelige Geruch sind keine wesentliche Eigenschaften derselben; erstere entsteht von einer Spur organischer Substanzen, welche sie bei Fabrication auflöst, und ebenso bildet sich bei der Destillation des Vitriolöls schwefeligsaures Gas, wovon die Säure eine geringe Menge aufnimmt.

Ins Wasser gegossen, bringt sie ein Zischen hervor, dem eines glühenden Eisens gleich, was man in Wasser taucht. Diese Säure unterscheidet sich von der englischen vorzüglich dadurch, dafs sie etwas wasserfreie Säure enthält, welche im isolirten Zustande als ein fester Körper erscheint.

Diese wasserfreie Schwefelsäure kann abgeschieden werden, wenn man die deutsche Schwefelsäure im Sandbade schwach erwärmt, und eine trockne gut verkittete Vorlage anlegt, welche mit Schnee umgeben ist. Es geht alsdann eine weifse undurchsichtige asbestartige Masse über, welche sich in der abgekühlten Vorlage anlegt.

Am Ende der Destillation setzt rich im Halse der Retorte eine durchsichtige, krystallinische Masse an, welche schon etwas Wasser gebunden enthält und eisartiges Vitriolöl oder *Oleum vitrioli glaciale* genannt wird.

Die zuerst überdestillirte lockere Masse, die wasserfreie Säure, raucht aufserordentlich stark an der feuchten Luft und absorbirt daraus so viel Wasser, dafs sie in kurzer Zeit zu einer flüssigen Säure wird, welche der deutschen Schwefelsäure ganz vollkommen gleich ist.

Diese weifse flüchtige Substanz hatte man zwar schon seit langer Zeit wahrgenommen, man hielt sie aber nach einer Angabe von Fourcroy für eine Verbindung von Schwefelsäure mit schwefeliger Säure, welche Meinung

jedoch von Bucholz widerlegt wurde. Vogel in Bayreuth und Döbereiner zeigten endlich, dafs sie nichts Anderes sey als wasserfreie Schwefelsäure, was auch von Bussy in Paris 1823 durch eine gekrönte Preisschrift bestätigt wurde.

Sie ist zähe, bei + 20° schmelzbar, nach den Versuchen von Wach schmelzt sie erst bei + 75° und hat in diesem geschmolzenen Zustande ein specifisches Gewicht von 1,970. Bei einer etwas höheren Temperatur vewandelt sie sich, wenn der Zutritt der feuchten Luft davon abgehalten wird in einen farbenlosen Dampf.

Das trockne Lacmuspapier wird von der festen Säure nicht geröthet. Wird sie mit Wasser benetzt, so löst sie sich unter starkem Zischen und Wärme-Entwicklung schnell darin auf.

Trockner Schwefel löst sich in der festen Säure auf und zersetzt sie zum Theil, wobei sich schwefeligsaures Gas entwickelt, und nach den relativen Mengen des Schwefels und der Säure entstehen braune, grüne oder blaue Verbindungen, welche aber an der feuchten Luft oder durch Wasser wieder entfärbt werden, und wodurch liquide Schwefelsäure gebildet, der Schwefel aber wieder abgesetzt wird.

Nach einer Bestimmung von Wach gibt 1 Theil Schwefel mit 10 Theilen wasserfreier Schwefelsäure, bei Abhaltung der Luftfeuchtigkeit, blaue Säure, 1 Theil Schwefel mit 6,66 Theilen Säure eine grüne, und 1 Theil Schwefel mit 5 Theilen Säure eine klare, braune Auflösung, die keinen Schwefel mehr auflöst.

Da der Schwefel in der blauen Auflösung noch einmal so viel Schwefelsäure als in der braunen aufnimmt, so sollte man vermuthen, dafs 1 Theil Schwefel auf 7,5 Theile Säure das richtige Verhältnifs die grüne sey; aber Wach hat die Versuche nur mit 1:8 und 1:6,66 gemacht. Bei dem ersteren Verhältnifs war die Flüssigkeit beim Durchsehen blau, und bei auffallendem Lichte blaugrün.

Das Jod verbindet sich ebenfalls mit der festen Schwefelsäure zu einer grünen Verbindung.

Der

Der Phosphor mit der Säure in Berührung gebracht, entzündet sich bald und brennt mit lebhafter Flamme unter Entwickelung von schwefeligsaurem Gas.

Wird trockenes Indigopulver mit fester Schwefelsäure in einer gut verschlossenen Flasche aufbewahrt, so nimmt es bald eine purpurrothe Farbe an; wird die rothe Masse aber der feuchten Luft ausgesetzt, so wird sie wieder blau, eben so durch das Zusetzen von Wasser.

Läſst man die Dämpfe der wasserfreien Säure über erwärmten Baryt in eine Glasröhre streichen, so geräth der Baryt dadurch in ein lebhaftes Glühen.

Wenn nun die feste federartige Substanz von der deutschen Schwefelsäure durch eine hinreichend fortgesetzte Destillation vollkommen geschieden ist, so bleibt in der Retorte eine farblose nicht mehr rauchende Flüssigkeit zurück, welche von der englischen Schwefelsäure auf keine Weise zu unterscheiden ist.

Demnach würde sich die deutsche Schwefelsäure von der englischen nur dadurch unterscheiden, daſs sie eine Quantität wasserfreie rauchende Säure enthält, welche in der englischen nach C. Gmelin nur in sehr geringer Menge wahrzunehmen ist. Man könnte daher eine englische Schwefelsäure der deutschen vollkommen gleich machen, wenn man in selbiger etwas feste wasserfreie Säure auflöste.

Die deutsche Schwefelsäure löst den Indigo besser auf als die englische, und auſserdem enthält sie nach L. Gmelin oft Selen und auch Eisen.

Ihr specifisches Gewicht ist von dem der englischen nach Bussy nicht merklich verschieden.

Die trockne wasserfreie Schwefelsäure besteht aus:

Schwefel	1 Atom	=	16 —	40
Sauerstoff	3 —	=	24 —	60
			40	100

Oder den Raumtheilen nach aus:

Schwefeligsaurem Gas	1 Vol.
Sauerstoffgas	0,5 —

Die flüssige concentrirte Säure enthält:

Schwefelsäure	1 Atom	=	40	—	81,63
Wasser	1 —	=	9	—	18,37
			49		100

Anwendung der Schwefelsäure.

Es gibt keine Säure, welche eine so vielfache Anwendung und einen so entschiedenen Nutzen in technischer Beziehung gewährt, als diese.

Die Vereinfachung und Verbesserung ihrer Bereitungsarten und ihre zahlreichen Anwendungen in Manufacturen und Fabriken, hat sie den Fortschritten der Chemie in neueren Zeiten zu verdanken. Sie wird bei der Extraction fast aller übrigen Säuren angewendet, eben so zur Bereitung der Soda aus dem Kochsalz, zur Bereitung des Alauns, so wie zu der des Eisen- und Kupfervitriols, zur Auflösung des Indigo's in der Färberei, in der Schnellgärberei, um die thierischen Häute aufzuschwellen; zur Bereitung des Phosphors, des Aethers, des Krümelzuckers aus Stärke und Holz, in der Münze zur Reinigung des Goldes, als Reagens bei analytischen Versuchen.

Im verdünnten Zustande als Arzneimittel zum innerlichen und äufserlichen Gebrauch.

Da die concentrirte Schwefelsäure sehr ätzend ist und die organischen Substanzen schnell zerstört, so bewirkt sie, innerlich genommen, unter schrecklichen Convulsionen den Tod. Die besten Gegenmittel sind wie bei der Salpetersäure, die Magnesia und das Seifenwasser.

2) Unterschwefelsäure. (*Acide hyposulfurique.*)

Die von Welther und Gay-Lussac im Jahr 1819 endeckte Unterschwefelsäure wurde bisher in der Natur nicht angetroffen, sondern ist stets ein Product der Kunst.

Sie bildet sich und wird erhalten, wenn man einen Strom von schwefeligsaurem Gas in schwarzes mit Wasser bedecktes Manganoxyd leitet. Das Manganoxyd tritt der schwefeligen Säure einen Theil seines Sauerstoffs ab, wodurch nicht allein Schwefelsäure sondern auch die Unter-

schwefelsäure gebildet werden, welche sich nun beide mit dem zum Theil reducirten Manganoxyd zu auflöslichen Mangansalzen verbinden.

Die Flüssigkeit wird so lange mit Barytpulver versetzt, bis sie schwach alkalisch wirkt, wodurch alles Manganoxyd und auch die Schwefelsäure niedergeschlagen werden. Die filtrirte Flüssigkeit enthält dann nur noch den unterschwefelsauren Baryt, ein sehr auflösliches Salz, welches, nachdem es krystallisirt und im Wasser wieder aufgelöst ist, mit einer hinreichenden Menge verdünnter Schwefelsäure versetzt werden muſs, um allen Baryt davon zu trennen.

Die vom schwefelsauren Baryt abgegossene Unterschwefelsäure kann nicht durch Aufkochen, sondern muſs im Recipienten der Luftpumpe neben einer flachen Schale mit concentrirter Schwefelsäure nach und nach verdichtet werden, bis sie ein specifisches Gewicht von 1,347 hat. Will man die Concentration der Säure im luftleeren Raume noch weiter treiben, so wird sie zersetzt, indem sich schwefeligsaures Gas entwickelt und Schwefelsäure in der Flüssigkeit zurückbleibt, eine Zersetzung, welche sie auch beim Erwärmen erleidet.

Die Unterschwefelsäure kann nicht im wasserfreien Zustande erhalten werden.

Sie ist eine farbenlose Flüssigkeit, ohne Geruch, von einem sehr sauren Geschmack, und wird schon bei der Temperatur des Wasserbades zersetzt.

Durch die Luft, durch Chlor und Salpetersäure wird sie bei der gewöhnlichen Temperatur nicht zerlegt. Von der schwefeligen Säure unterscheidet sie sich besonders dadurch, daſs sie geruchlos ist. Mit der Schwefelsäure kann sie, abgesehen von ihrer leichten Zersetzung durch Wärme, nicht verwechselt werden, weil sie mit Kalk, Baryt und Bleioxyd sehr auflösliche Salze bildet, wo hingegen die Schwefelsäure mit den obengenannten Basen unauflösliche Salze darstellt.

Diese Säure wird auch durch die Action der Schwefel-

säure auf Weingeist und auf einige andere organische Substanzen gebildet.

Die Unterschwefelsäure besteht aus:

Schwefel	1 Atom	= 16	—	44,44
Sauerstoff	2½ —	= 20	=	55,56
		36		100

3) Schwefelige Säure. (*Acide sulfureux.*)

Obgleich man diese Säure schon in den ältesten Zeiten kannte, so war doch Stahl der Erste, der sie als eine eigenthümliche Säure aufstellte, unter dem Namen von *spiritus sulphuris per campanam*, weil er sie durch das Verbrennen des Schwefels unter einer mit Luft gefüllten Glocke erzeugte. Priestley zeigte 1774, daſs sie ein eigenthümliches Gas sey, und später wurde sie von vielen andern Chemikern genauer untersucht.

Sie wird nur bei Vulcanen rein angetroffen, entweder als Gas oder im Wasser aufgelöst, und wird vermittelst heiſs ausgeworfenen Schwefels, durch dessen Verbrennen an der Luft gebildet.

Die Säure wird stets erzeugt, wenn der Schwefel in der Luft oder in trockenem Sauerstoffgas brennt. Sie ist das einzige Product, was der Schwefel bei seinem Verbrennen darstellt, und ist die Ursache von dem eigenthümlichen erstickenden Geruch, den derselbe während des Verbrennens entwickelt.

Wenn man Schwefel in trocknem Sauerstoffgas über Quecksilber verbrennt, so entsteht schwefeligsaures Gas, wovon das Volumen dem Raumtheile des angewendeten Sauerstoffgases ganz vollkommen gleich ist. (Davy.)

Am leichtesten wird das schwefeligsaure Gas durch eine theilweise Zersetzung der Schwefelsäure dargestellt, nämlich wenn man letztere mit Körpern in Berührung bringt, welche ihr ein Atom Sauerstoff entziehen, wodurch sie in schwefeligsaures Gas umgewandelt wird. Auch viele Metalle und organische Körper können zu diesem Zwecke angewendet werden. *)

*) Verschiedene Metalloxyde als schwarzes Manganoxyd, Zinkoxyd und andere, treten dem Schwefel, wenn sie mit ihm

Um sich dieses Gas rein zu verschaffen, erwärmt man 1 Theil Quecksilber mit 1½ Theil concentrirter Schwefelsäure in einem mit einer Entbindungsröhre versehenen Glaskolben. Das Quecksilber verbindet sich mit einem Verhältniſs Sauerstoff der Schwefelsäure, und das hiedurch entstandene Quecksilberoxyd vereinigt sich alsdann mit dem unzersetzten Theil der Schwefelsäure zu einem Sulfate, welches im Kolben als eine weiſse Masse zurückbleibt.

Diejenige Schwefelsäure aber, welche ein Verhältniſs Sauerstoff an das Quecksilber abgetreten hat, ist dadurch in schwefeligsaures Gas umgewandelt, welches sich entwickelt, und unter Glocken mit Quecksilber gefüllt aufgefangen werden kann.

Wenn man die Schwefelsäure durch Kohlen oder organische Substanzen als Sägespäne u. dgl. zersetzt, so ist das sich entwickelnde Gas stets mit kohlensaurem Gas vermengt.

Die schwefelige Säure ist bei der gewöhnlichen Temperatur ein farbenloses Gas von einem stechenden durchdringenden Geruch, dem des brennenden Schwefels gleich und von einem sauren unangenehmen Geschmack, reizt zum Husten, erregt einen heftigen Krampf im Halse, und Thiere ersticken in demselben.

Das specifische Gewicht des Gases ist das doppelte des Sauerstoffgases, also 2,222.

Wenn es trocken ist, kann es durch Compression in einen liquiden Zustand versetzt werden, ebenso durch ein beträchtliches Abkühlen.

Bussy hat gezeigt, wie man es ohne äuſsern Druck, durch bloſse Abkühlung zu einer Flüssigkeit condensiren kann.

Zu dem Ende entwickelt man schwefeligsaures Gas durch Erwärmen des Quecksilbers mit concentrirter Schwefelsäure, und läſst es durch eine lange Porzellanröhre streichen, welche mit Stücken von geschmolzenem, salzsaurem

---

in einer Retorte erhitzt werden, einen Theil ihres Sauerstoffs ab, wodurch schwefeligsaures Gas gebildet wird. (Berthier.)

Kalk angefüllt ist. Am andern Ende der Porzellanröhre wird ein kleiner leerer Glaskolben befestigt, welcher mit einem Gemeng von zwei Theilen Schnee und einem Theil Kochsalz umgeben ist. Hier wird das durch den salzsauren Kalk getrocknete Gas bei gewöhnlichem Druck der Luft und bei — 18 bis 20° Cels. vollkommen flüssig.

Das auf diese Weise zu einer Flüssigkeit condensirte Gas ist wasserfrei und hat folgende Eigenschaften: eine farbenlose, durchsichtige Flüssigkeit, schwerer als Wasser, kocht bei — 10°.

Wenn man sie nach und nach mit Vorsicht in eine geringe Quantität Wasser tröpfelt, so geht sie zu Boden; wird sie alsdann mit einem Glasstab umgerührt, so löst sie sich zum Theil in dem Wasser auf, und verwandelt sich mit Aufbrausen plötzlich in Gas, wodurch das Wasser so sehr abgekühlt wird, dafs es augenblicklich friert.

Auf die Hand gegossen, verflüchtigt sie sich schnell und vollkommen, und es wird dabei eine grofse Kälte hervorgebracht.

Bringt man Quecksilber, was in einem Uhrglase mit seinem Gewicht der flüssigen Säure bedeckt ist, in das Vacuum der Luftpumpe, so verflüchtigt sich die Säure mit einer solchen Absorption von Wärme, dafs das Quecksilber nach wenigen Minuten fest wird.

Vermittelst der Abkühlung mit wasserfreier schwefeliger Säure hat Bussy auch einige getrocknete Gasarten in flüssigen Zustand versetzt, als Chlorgas, Amoniakgas etc.

Das schwefeligsaure Gas kann durch eine heftigglühende Porzellanröhre geleitet werden, ohne eine Zersetzung zu erleiden.

Bei der gewöhnlichen Temperatur wird das Gas fast von keinem der einfachen brennbaren Körper zersetzt, wohl aber bei Rothglühhitze, wie durch Wasserstoffgas und durch Kohle, wenn diese in einer glühenden Porzellanröhre mit dem schwefeligsauren Gas in Berührung gebracht werden, denn dadurch wird der Schwefel frei, indem sich der Sauerstoff der schwefeligen Säure mit dem Wasserstoff zu Wasser oder mit Kohlenstoff zu Kohlensäure verbindet.

Nur das Chlorwasser scheidet bei der gewöhnlichen Temperatur Schwefel daraus ab. Durch Phosphorwasserstoffgas wird das schwefeligsaure Gas bei der gewöhnlichen Temperatur zersetzt; es bildet sich Wasser und ein Gemeng von Schwefel und Phosphor wird niedergeschlagen.

Das Schwefelwasserstoffgas und das schwefeligsaure Gas zersetzen sich gegenseitig nur sehr langsam, wenn sie gut ausgetrocknet zusammentreffen; sind sie aber feucht, so verbindet sich der Wasserstoff des Schwefelwasserstoffgases mit dem Sauerstoff der schwefeligen Säure zu Wasser, und der Schwefel aus den beiden Gasarten scheidet sich ab. Wenn daher zwei Vol. Schwefelwasserstoffgas und ein Vol. schwefeligsaures Gas, beide etwas feucht über Quecksilber zusammengebracht werden, so zersetzen sie sich gegenseitig ganz vollkommen.

Das trockene schwefeligsaure Gas kann lange Zeit mit trocknem Sauerstoffgas oder mit Luft über Quecksilber vermengt bleiben, ohne dafs die beiden Gasarten auf einander wirken; wird aber etwas Wasser hinzugebracht, so verbindet sich die schwefelige Säure nach und nach mit dem Sauerstoff zu Schwefelsäure.

Ist das schwefeligsaure Gas mit kohlensaurem Gas vermengt, so lassen sich diese beiden Gasarten nicht genau von einander durch Wasser trennen, weil beide mehr oder weniger im Wasser auflöslich sind. Um aber das schwefeligsaure Gas zu absorbiren, bringt man ein Stück calcinirten Borax oder Manganoxyd unter die Glocke, welche das schwefeligsaure Gas nach und nach aufnehmen und das kohlensaure Gas rein zurücklassen.

Wird braunes Bleioxyd in trocknes schwefeligsaures Gas gebracht, so absorbirt es augenblicklich einen Theil des Gases mit einer solchen Schnelligkeit, dafs es dadurch glühend wird und sich in schwefelsaures Blei verwandelt.

Bei einer Temperatur von + 15° R. und beim Druck der Atmosphäre von 28 Zoll löst ein Vol. Wasser 37 Vol. schwefeligsaures Gas auf, wobei nur wenig Wärme frei und das Volumen des Wassers nicht beträchtlich vermehrt wird.

Um das Wasser mit schwefeligsaurem Gas zu sättigen

und den Versuch im Grofsen zu machen, vermengt man in einem Kolben einen Theil Kohlenpulver oder Sägespäne mit drei Theilen concentrirter Schwefelsäure, setzt den Kolben vermittelst einer gekrümmten Röhre mit einem Gefäfs, welches um drei Viertheile seines Raumes mit Wasser angefüllt ist, in Verbindung, läfst aus der ersten Flasche noch eine Röhre in eine zweite ebenfalls mit Wasser gefüllte Flasche gehen und erwärmt nun den Kolben im Sandbad oder durch unmittelbares Kohlenfeuer.

So wie die Schwefelsäure etwas erwärmt wird, zersetzt sie sich, und es entstehen schwefeligsaures Gas und kohlensaures Gas, welche in das Wasser streichen und sich beide Anfangs darin auflösen; aber so wie das Wasser mehr schwefeligsaures Gas aufnimmt, so wird die Affinität desselben für das kohlensaure Gas nach und nach vermindert, so dafs durch ein fortgesetztes Hineinstreichen von schwefeligsaurem Gase alles kohlensaure Gas wieder ausgetrieben wird, und zuletzt nur reines schwefeligsaures Gas in dem Wasser aufgelöst bleibt.

Das mit schwefeligsaurem Gas gesättigte Wasser hat ein specifisches Gewicht von 1,040. Der Geruch und Geschmack sind dem des Gases vollkommen gleich. Beim Erwärmen läfst er den gröfsten Theil des Gases mit Aufbrausen fahren.

In dem Wasser bildet sich in der Luft nach und nach etwas Schwefelsäure; wenn sie keine Schwefelsäure enthält, so mufs sich der mit Barytwasser darin hervorgebrachte Niederschlag in Salzsäure oder in einem Ueberschufs von schwefeliger Säure vollkommen wieder auflösen.

Das schwefeligsaure Gas löst sich auch in beträchtlicher Menge in Weingeist auf, und nach Saussure soll ein Volumen Weingeist 115 Vol. davon aufnehmen.

Das mit schwefeligsaurem Gas gesättigte Wasser bleicht verschiedene blaue und rothe Pflanzenfarben. Eine Rose. welche eine Zeit lang in das Wasser oder in das Gas getaucht war, wird darin ganz weifs; nimmt aber ihre Rosenfarbe wieder an, wenn man sie mit verdünnter Schwefelsäure benetzt.

Die schwefelige Säure zerstört die Pigmente nicht, sondern vereinigt sich nur mit ihnen zu einer farbenlosen Verbindung. Auf Cochenille und Indigo äufsert sie keine Wirkung; wohl aber werden davon gebleicht Wein- und Fruchtflecken, Fernambuc etc.

Wenn man z. B. ein Fernambuc-Decoct, welches keinen Alaun enthält, vermittelst der schwefeligen Säure bleicht, so läfst sich die rothe Farbe wieder herstellen: 1) dadurch, dafs man Schwefelsäure hinzusetzt, wodurch die schwefelige Säure aus ihrer farbenlosen Verbindung entwickelt und das Pigment wieder in Freiheit gesetzt wird; und 2) dadurch dafs man Kaliauflösung hinzusetzt, welche sich mit der schwefeligen Säure verbindet, und wodurch das Pigment ebenfalls wieder abgeschieden wird.

Die schwefelige Säure besteht aus:

Schwefel	1 Atom	=	16	— 50
Sauerstoff	2 —	=	16	— 50
			32	100

Anwendung der schwefeligen Säure.

Als Gas zum Räuchern der Kleider und Briefe, welche aus den Gegenden kommen, wo ansteckende Krankheiten herrschen, statt der Essigräucherung; um Frucht- oder Weinflecken aus Linnen- und Baumwollenzeugen zu bringen; zum Bleichen der Wolle und Seide; zum Ausschwefeln der Weinfässer, indem, durch die beim Brennen des Schwefels sich bildende schwefelige Säure, die Weine gegen das Sauerwerden geschützt werden.

Das bei dem Verbrennen des Schwefels in besondern Apparaten erzeugte schwefeligsaure Gas wird in Hospitälern mit aufserordentlichem Erfolg gegen Ausschläge und Hautkrankheiten angewendet. Zum Löschen des brennenden Rufses in engen Kaminen; man verbrennt nämlich in diesem Falle Schwefel auf dem Herd, wo durch das aufsteigende schwefeligsaure Gas die Luft von dem brennenden Rufs abgehalten und das fernere Verbrennen desselben gehindert wird.

4) Unterschwefelige Säure. (*Acide hyposulfureux.*)

Als Vauquelin beobachtet hatte, dafs die schwefeligsauren Salze durch Ermärmen noch mehr Schwefel aufnehmen können, nannte man diese Verbindungen *Sulfites sulfurés* oder schwefelhaltige schwefelichtsaure Salze. Gay-Lussac vermuthete aber, dafs in den geschwefelten, schwefelichtsauren Salzen eine eigenthümliche Säure gebildet seyn möchte, was auch später von Herschel bestätigt wurde.

Die Säure wird auch gebildet, wenn man Zink oder Eisen mit schwefeliger Säure in Berührung bringt, oder wenn aufgelöstes Schwefelkalium der Luft ausgesetzt wird, bis es sich entfärbt.

Zink und Eisen oxydiren sich auf Kosten des einen Atoms von Sauerstoff aus der schwefeligen Säure, und mit dem noch übrigbleibenden Atom Sauerstoff bleibt der Schwefel vereinigt und bildet so die unterschwefelige Säure, welche zu dem oxydirten Metall übertritt. Wird das Eisen- oder Zinkoxyd durch Kali niedergeschlagen, so bleibt in der Auflösung unterschwefeligsaures Kali.

Es ist schwer, die Säure aus ihren Verbindungen isolirt darzustellen; Herschel hat sie indessen aus ihrer Verbindung mit Strontion vermittelst verdünnter Schwefelsäure abgeschieden, jedoch konnte sie auf längere Zeit nicht aufbewahrt werden, indem sie sich bei der gewöhnlichen Temperatur sehr bald und in der Wärme sogleich wieder zersetzt.

Um die unterschwefelige Säure oder deren Salze zu entdecken, hat Pfaff das salpetersaure Silber vorgeschlagen, welches zuerst einen weifsen Niederschlag hervorbringt, der aber bald braun und zuletzt schwarz wird.

Die unterschwefelige Säure besteht aus:

Schwefel	1	Atom	=	16	— 66,67
Sauerstoff	1	—	=	8	— 33,33
				24	100

Xanthogensäure. *)

Wurde von Zeise entdeckt und kann dadurch dargestellt werden, dafs man mit einer Auflösung von Kali oder Ammonium in Alkohol, Schwefelkohle schüttelt, wodurch sich xanthogensaures Ammonium in glänzenden Krystallen bildet, welches, nachdem es mit Weingeist und Aether gewaschen ist, durch Salzsäure zersetzt wird.

Ist eine farblose, ölartige Flüssigkeit, schwerer als Wasser, von einem starken Geruch nach schwefeliger Säure, und bitterem etwas saurem Geschmack; ist flüchtig und brennbar. Fällt die Kupfersalze gelb. An der Luft überzieht sie sich schnell mit einer undurchsichtigen Haut. Im Wasser ist sie nur sehr wenig auflöslich und wird davon nach und nach zerlegt.

Sie besteht nach Zeise aus:

Schwefel	64,72
Kohlenstoff	24,24
Wasserstoff	3,00
Sauerstoff	8,04
	100

Von dieser Säure ist bisher noch keine Anwendung gemacht worden.

V. Boronsäure. (*Acide borique oder boracique.*)

Die Boraxsäure wurde 1702 bei Gelegenheit einer Destillation des Borax mit Vitriol von Homberg entdeckt und war lange unter dem Namen von *Sal sedativum Hombergii* oder *Sal narcoticum vitrioli* bekannt.

Die Boraxsäure ist die einzige jetzt bekannte Verbindung des Borons mit Sauerstoff. Sie wird in der Natur rein angetroffen, theils in Wasser aufgelöst in einigen toscanischen Seen, theils in festem Zustand am Ufer dieser Seen (Sassolin). Im Anflug mit Schwefel vermengt, kommt sie auf der Insel Volcano vor, eine der südlichst gelegenen liparischen Inseln bei Sicilien.

---

*) Von ξανθος, gelb.

Verbunden wird sie angetroffen mit Kalk im Datolith und Botryolith, mit Magnesia im Boracit, vorzüglich aber mit Natron im Tincal oder Borax, auch in geringer Quantität in einigen Mineralien, als im Turmalin, im Axinit etc.

Darstellung. Die Säure wird nur aus ihrer Verbindung mit Natron extrahirt. Zu dem Ende wird ein Theil gepulverter Borax in fünf Theilen kochendem Wasser aufgelöst, und die filtrirte noch heifse Auflösung nach und nach unter beständigem Umrühren mit so viel concentrirter Schwefelsäure versetzt, bis sie das Lacmuspapier röthet, wozu etwa drei Viertheile Schwefelsäure auf ein Theil Borax erfordert werden.

Die Schwefelsäure verbindet sich hier mit dem Natron und bildet Glaubersalz, welches sehr auflöslich im Wasser ist, und die Boraxsäure, welche viel weniger auflöslich ist als jenes, legt sich beim Abkühlen in Krystallen zu Boden.

Nach Verlauf von 24 Stunden wird die Flüssigkeit abgegossen und die Boraxsäure in so wenig als möglich kochendem Wasser wieder aufgelöst und zum Abkühlen hingestellt, wo sie durch eine zweite Krystallisation viel reiner erscheint, und nun vom schwefelsauren Natron befreit ist. Sie enthält aber etwas Schwefelsäure gebunden, und aus dem Grund mufs sie, um diese zu verflüchtigen, in einem Platintiegel geglüht und alsdann durch Auflösen in kochendem Wasser wieder umkrystallisirt werden.

Eigenschaften. Diese Säure stellt sich dar in weifsen, perlemutterartigen, fettig anzufühlenden Schuppen, oder in kleinen unregelmäfsigen Prismen; ohne Geruch, von einem wenig säuerlichen, vielmehr bittern Geschmack. Das Lacmuspapier wird sehr schwach davon geröthet; aber das gelbe Curcumapapier wird davon braun gefärbt. Specifisches Gewicht = 1,479.

Sie löst sich in 25 Theilen Wasser von der gewöhnlichen Temperatur und in drei bis vier Theilen kochendem Wasser auf. Obgleich die Säure an sich feuerfest ist, so verflüchtigt sich doch ein Theil derselben mit den Wasserdämpfen.

Die Boronsäure ist wasserhaltig und enthält aufserdem eine beträchtliche Menge Krystallwasser, was sie zum Theil an der warmen trocknen Luft verliert, wodurch sie verwittert und noch vor dem Glühen verliert sie auch das gebundene Wasser.

Sie löst sich im Weingeist auf, und eine solche Auflösung brennt mit einer grünen Flamme; ein charakteristisches Kennzeichen, an welchem sich die Gegenwart der Boraxsäure leicht erkennen läfst. Wird die Auflösung ins Kochen gebracht, so verflüchtigt sich eine beträchtliche Quantität der Säure mit den Weingeistdämpfen.

Noch vor dem Rothglühen schmilzt sie zu einem farblosen durchsichtigen Glase und ist nun in diesem Zustande ganz wasserfrei. Wenn die verglaste Säure in einem Platintiegel erkaltet, so springt sie nach Royer und Dumas in dem Augenblick, wo die Contractionen der beiden Materien zu ungleich werden, ab, wobei im Dunkeln eine Lichterscheinung statt finden soll. *) Ihr specifisches Gewicht ist 1,880.

Die verglaste Boraxsäure mufs gegen den Zutritt der Luft verwahrt werden, indem sie das Wasser aus derselben absorbirt, wodurch sie undurchsichtig wird und endlich in Staub zerfällt oder verwittert.

Wenn man über glühende Boronsäure in einer Porzellanröhre Wasserstoffgas streichen läfst, so soll nach Warvinsky etwas Boron frei werden.

Kalium und Natrium mit verglaster gepulverter Boronsäure geglüht, bewirken eine theilweise Zerlegung, und es wird hierbei etwas Boron in Freiheit gesetzt.

Die verglaste Boronsäure besteht aus:

Boron	1	Atom	20	29,41
Sauerstoff	6	—	48	70,59
			68	100

*) Es ist mir nicht gelungen, diese angebliche Lichterscheinung im Dunkeln wahrzunehmen.

Das Boronsäurehydrat von Krystallwasser befreit enthält:

Boronsäure	1	Atom	68	71,58
Wasser	3	—	27	28,42
			95	100

Die krystallisirte Boronsäure enthält:

Boronsäure	1	Atom	68	55,74
Wasser	6	—	54	44,26
			122	100

Anwendung der Boronsäure.

Zur Analyse einiger Edelsteine, welche Kali oder Natron enthalten. Zum Löthen feiner Metallwaaren. Zur Bereitung des auflöslichen Weinsteins Als Arzneimittel für sich wird sie nur selten noch gebraucht.

VI. Flufssäure. (Flufsspathsäure. Acide fluorique.)

Die Flufssäure wurde 1771 von Scheele entdeckt, indem er sie aus ihrer in der Natur vorkommenden Verbindung mit Kalk darstellte,

Zwar hatte Schwankhard, ein Künstler in Nürnberg, schon im Jahr 1670 wahrgenommen, dafs man durch Flufsspath auf Glas ätzen kann, und Margraf zeigte 1708, dafs der Flufsspath keine Schwefelsäure enthalte, sondern dafs die Säure des Flufsspaths die Glasarten zerfresse; allein Niemand vor Scheele hatte die Säure isolirt dargestellt und ihre Eigenschaften beschrieben.

Die Flufssäure wird in der Natur nie rein, sondern stets in Verbindung mit Basen angetroffen. Am häufigsten mit Kalk in den verschiedenen Arten von Flufsspath, auch mit Thonerde und Kieselerde, Natron, Cerium und Yttria nämlich in den Topasen, im Kryolith, im Glimmer, Lepidolith etc.

Scheele zeigte zuerst, wie sie aus dem flufssauren Kalk vermittelst der Schwefelsäure extrahirt werden könne; allein die nach seinem Verfahren erhaltene Säure enthält stets Kieselerde gebunden.

Im Jahre 1783 machte Wenzel eine Extractionsmethode dieser Säure bekannt, wodurch man sie frei von Kieselerde und rauchend erhält, wenn man sie in Apparaten von Metall bereitet.

Gay-Lussac und Thenard machten endlich 1810 eine Reihe von Versuchen mit reiner Flufssäure, welche sie sich verschafften, indem sie kieselfreien Flufsspath vermittelst Schwefelsäure in bleiernen Retorten destillirten und die Säure in einer bleiernen Retorte auffingen.

Zu dem Ende bringt man in eine bleierne Retorte, siehe Fig. 8, welche aus zwei Stücken A und B besteht, einen Theil kieselfreien reinen gepulverten Flufsspath mit drei Theilen concentrirter Schwefelsäure und läfst den Hals der Retorte in ein in der Mitte erweitertes Rohr c gehen, welches am Ende eine kleine Oeffnung hat, die mit einer Nadel verschlossen werden kann. Das Rohr als Vorlage dienend, liegt in einer mit Schnee angefüllten Schale.

Wenn die Fugen der Retorte mit einem fetten Kitt verschlossen sind, wird die Retorte schwach im Sandbade erwärmt, worauf die Flufssäure in das abgekühlte Rohr übergeht, und sich darin verdichtet.

Eigenschaften der concentrirten Säure.

Eine farbenlose Flüssigkeit von einem sehr stechenden und durchdringenden Geruch. Sie ist einer der ätzendsten Körper, die es gibt und zerstört augenblicklich die Haut, woraus schmerzhafte und gefährliche Vereiterungen entstehen.

Mit Ausnahme einiger Metalle greift sie fast alle Körper an, und daher ist es schwierig, sie aufzubewahren, wozu Gefäfse von Silber und Platin am geeignetsten sind; auch in Bleigefäfsen, wenn sie nicht mit Zinn gelöthet sind, kann sie eine Zeit lang aufbewahrt werden.

Wenn die Säure mit Wasser verdünnt und nicht ganz kieselfrei ist, so kann sie auch in mit Wachs ausgegossenen Glasflaschen aufbewahrt werden. Da das Wachs leicht abspringt, so mufs es zuvor mit dem vierten Theil seines

Gewichts Terpenthin zusammengeschmolzen und alsdann in die trockne Flasche gegossen werden.

An der Luft raucht und verdampft sie, und dieser Dampf wirkt ebenfalls zerstörend auf die organischen Körper.

Ihr Kochpunkt hat nicht mit Bestimmtheit angegeben werden können; auf jeden Fall kocht sie unter 24° R.

Bei einer Kälte von 40° friert sie nicht. Mit Wasser verbindet sie sich mit großer Heftigkeit in allen Verhältnissen, so daſs jeder Tropfen Säure, welcher in das Wasser fällt, ein Zischen hervorbringt, als wenn ein glühendes Eisen in Wasser getaucht würde. Durch ihre Verbindung mit Wasser verliert sie ihre Eigenschaft, an der Luft zu rauchen, und die mit Wasser verdünnte Säure ist auch viel weniger ätzend.

Man kann sie gleich in diesem verdünnten Zustande erhalten, wenn man etwas Wasser in der bleiernen Röhre vorschlägt, oder wenn man das Gemenge von Fluſsspath und Schwefelsäure in einer Bleiflasche erwärmt, aus welcher eine gekrümmte bleierne Röhre in eine bleierne Flasche taucht, welche Wasser enthält.

Die ausgezeichnetste Eigenschaft dieser Säure ist, das Glas anzugreifen und es undurchsichtig zu machen, was ihrer groſsen Verwandtschaft zur Kieselerde zuzuschreiben ist.

Wenn sich die Fluſssäure mit Kieselerde verbindet, so entsteht hieraus ein eigenthümliches saures Gas, und in dieser Form hatte Scheele zuerst die Fluſssäure dargestellt. Wird daher kieselhaltiger Fluſsspath durch Schwefelsäure zersetzt, oder wird Fluſsspath mit gleichen Theilen Glaspulver vermengt und in Glasgefäſsen mit sechs Theilen Schwefelsäure erwärmt, so bildet sich das fluſssaure kieselhaltige Gas, welches das Glas zwar auch noch angreift, aber in einem viel geringerern Grade als die reine Fluſssäure. Das specifische Gewicht dieses Gases ist = 3,574.

Läſst man dieses Gas ins Wasser streichen, worin es sehr auflöslich ist, so wird die Kieselerde zum Theil in weiſsen Flocken abgeschieden.

Um sich von der Gegenwart der Kieselerde in dem Gase zu überzeugen, fängt man es, wenn man gepulverten Fluſs-

spath

spath in einem Glaskolben mit concentrirter Schwefelsäure erwärmt in einer Glocke über Quecksilber auf und bringt alsdann etwas Ammonium unter die Glocke, welches sich mit der Säure verbindet und die Kieselerde gröfstentheils abscheidet.

Auch ohne Anwendung der Wärme bildet sich das kieselhaltige flufssaure Gas. Wenn man in ein weites Glas über ein Gemeng von Flufsspathpulver und Schwefelsäure eine feuchte Frucht oder einen Fisch aufhängt und alsdann das Glas zubindet, so sind nach Verlauf von 24 Stunden die feuchten in dem Gefäfse aufgehängten Gegenstände ganz mit Kieselerde bedeckt; ein Beweis, dafs sich das Gas gebildet hat, und in die angefeuchtete Frucht gedrungen ist, wobei sich die Kieselerde auf der Oberfläche derselben abgesetzt hat.

Ueber die Natur der Flufssäure herrscht noch eine grofse Ungewifsheit. Das hypothetische Radical der Flufssäure, welches man *Fluor* genannt hat, ist noch nie für sich dargestellt worden; *) ja man weifs nicht einmal mit Gewifsheit, ob es in der Säure mit Wasserstoff oder mit Sauerstoff verbunden ist, und ob folglich die Flufssäure als eine Sauerstoffsäure oder als eine Wasserstoffsäure zu betrachten ist.

Berzelius hielt sie früher für eine der sauerstoffreichsten, scheint aber nunmehr, nach seinen letzten zahlreichen Versuchen über diese Säure, geneigt zu seyn, sie für eine Wasserstoffsäure zu halten, welcher Meinung auch Davy zugethan war.

Anwendung der Flufssäure.

Die mit Wasser verdünnte Flufssäure, so wie die Dämpfe, weniger das kieselhaltige flufssaure Gas, können zum Graviren und Aetzen auf Glas angewendet werden. Mit der flüssigen Säure kann man das Glas ätzen, wie mit der

*) Ampere hat vorgeschlagen das Radical Phtore, von dem griechischen Worte φθορος zerstörend, zu nennen, weil die Säure desselben viele Gefäfse und auch die organischen Substanzen zerstört.

Salpetersäure das Kupfer. Der Aetzgrund der Kupferstecher besteht aus weifsem Pech und Geigenharz von jedem fünf Theile, mit vier Theilen Nufsöl oder Terpentinölfirnifs zusammengeschmolzen; dieselbe Masse kann auch hier auf Glas angewendet werden; man zeichnet alsdann in diesem Ueberzuge mit einer Nadel, um die Stellen zu entblöfsen, welche geätzt werden sollen und benetzt die Fläche mit flüssiger Säure.

Um mit den Dämpfen zu ätzen, wird ein Gemeng von Flufsspath mit concentrirter Schwefelsäure in einem bleiernen Gefäfs mit dem gezeichneten Glase bedeckt, wobei das Bleigefäfs nur so gelinde erwärmt wird, dafs das Aetzwachs nicht schmelzen kann.

Obgleich die letztere Art mit Dampf zu graviren schneller von Statten geht, so ist die erstere mit verdünnter Flufssäure doch viel bequemer.

Fluorboronsäure. (Acide fluoborique.)

Die Flufssäure kann mit der Boraxsäure eine chemische Verbindung eingehen, wodurch sie ihren Hauptcharakter, das Glas zu ätzen ganz verliert.

Diese Verbindung von den zwei ebengenannten Säuren wurde 1810 von Gay-Lussac und Thenard entdeckt.

Um sie zu erhalten, erwärmt man in einem Glaskolben ein Gemeng von 1 Theil verglaster und feingeriebener Boraxsäure und 2 Theilen gepulvertem Flufsspath mit 12 Theilen concentrirter Schwefelsäure. Es entwickelt sich alsdann die zusammengesetzte Säure als Gas, welches unter recht trocknen Glocken mit Quecksilber aufgefangen wird.

Man kann auch das Gas darstellen, wenn man ein Gemeng von gleichen Theilen Flufsspath und calcinirtem Borax mit 12 bis 18 Theilen concentrirter Schwefelsäure gelinde erhitzt; nur ist es im letzteren Fall durch etwas Kieselflufssäure verunreinigt.

Das fluorboronsaure Gas ist farbenlos, von einem stechenden erstickenden Geruch, dem der Kieselflufssäure ähn-

lich. Sein specifisches Gewicht ist 2,371. Das Glas wird keineswegs davon angegriffen. Ein brennender Körper verlöscht in dem Gas. Es zerstört und verkohlt die organischen Körper und wird weder durch Glühhitze noch durch den elektrischen Funken zersetzt.

Mit der feuchten Luft in Berührung gebracht, erzeugt es einen sehr dicken weifsen Rauch, und es gibt kein Gas, welches eine so grofse Affinität zum Wasser hätte, als dieses. Es erzeugt mit allen andern Gasarten einen weifsen Nebel, wenn sie hygrometrisches Wasser enthalten, wefshalb es mit grofsem Erfolg angewendet werden kann, um die Gasarten auf ihre Trockenheit zu prüfen.

Ein Vol. Wasser von der Temperatur 0 kann 700 Vol. von dem Gas sehr schnell und unter beträchtlicher Erhitzung auflösen, woraus eine Flüssigkeit entsteht, deren specifisches Gewicht 1,770 ist. Diese concentrirte flüssige Säure ist sehr ätzend, und erfordert zum Kochen eine hohe Temperatur.

Das Gas löst sich auch in concentrirter Schwefelsäure auf, und ertheilt ihr eine zähe Consistenz.

In absolutem Weingeist ist das Gas ebenfalls sehr auflöslich; der damit gesättigte Weingeist brennt mit einer grünen Flamme, und nach dem Verbrennen entwickeln sich weifse Dämpfe.

Die Meinungen über die Natur dieses Gases sind getheilt. Da es, wenn man es mit Kalium erhitzt, in so fern zersetzt wird, dafs sich das Boron mit Lichterscheinung reducirt, so hat man angenommen, dafs sich das Kalium mit dem Sauerstoff der Boronsäure verbinde, und dafs folglich das Gas als eine Verbindung von Flufssäure und Boronsäure betrachtet werden dürfte; allein dieser nämliche Versuch, das Verbrennen des Kaliums in dem Gase, hat noch zu einer andern Deutung Veranlassung gegeben. Davy nämlich schreibt das Verbrennen des Kaliums der Verbindung dieses Metalls mit dem Fluor zu, wodurch das Boron nur von Fluor abgeschieden, aber nicht aus der Boronsäure reducirt werde, und dieser Ansicht zufolge würde das Gas aus Fluor und Boron bestehen.

Nach der ersteren Hypothese enthält die Fluorboronsäure:

Boronsäure	1	Atom	68	51,65
Flufssäure	6	—	63,6	48,33
			131,6	100.

VII. Säuren des Chlors.

Die Affinität des Chlors zum Sauerstoff ist sehr gering, wefshalb auch die Verbindung desselben mit Sauerstoff auf directem Wege nicht hergestellt werden kann.

Das Chlor verbindet sich mit dem Sauerstoff in 4 verschiedenen Verhältnissen, jedoch wird keine dieser Verbindungen in der Natur angetroffen; alle sind Producte der Kunst.

Von diesen 4 Verbindungen sind 2 als Oxyde und 2 als Säuren zu betrachten; nämlich: Chlorprotoxyd, Chlordeutoxyd, Chlorsäure und oxydirte Chlorsäure.

a) Chlorprotoxyd. Euchlorine. (*Protoxyde de Chlore.*)

Diefs von Davy entdeckte Gas wird erhalten, wenn man 2 Theile chlorsaures Kali mit einem Gemeng von 1 Theil concentrirter Hydrochlorsäure und 1 Theil Wasser in einem Kolben gelinde im Wasserbad bis zu einer Temperatur von + 25° R. erwärmt. Das sich entwickelnde Gas wird über Quecksilber aufgefangen und mit Quecksilber geschüttelt, um das zugleich mit übergegangene Chlorgas davon zu trennen.

Ein Theil der Hydrochlorsäure verbindet sich bei dieser Einwirkung mit dem Kali, und macht die Chlorsäure frei, welche aber nun auf den andern Theil der Hydrochlorsäure wirkt, und ihr einen Theil Sa erstoff abtritt, wodurch Wasser gebildet und die Chlorsäure in Oxyd verwandelt wird. Das Chlorgas entsteht also aus der Hydrochlorsäure und das Chloroxyd aus der Chlorsäure.

Das Chlorprotoxydgas ist von einer mehr dunkelgelben Farbe als das Chlor, von einem eigenthümlichen ersticken den Geruch, dem des gebrannten Zuckers etwas ähnlich. Sein specifisches Gewicht ist 2,417. Es röthet schwach

und bleicht alsdann das trockne Lacmuspapier, und kann schon durch die Wärme der Hand explodiren, woraus 2 Vol. Chlorgas und 1 Vol. Sauerstoffgas entstehen.

Der Phosphor entzündet sich in demselben bei gewöhnlicher Temperatur mit Explosion, woraus Phosphorsäure und Chlorphosphor entstehen. Man mufs sich daher bei Versuchen mit diesem Gase durch eine Glasmaske und durch Handschuh zu schützen suchen.

Ein Vol. Wasser bei der gewöhnlichen Temperatur löst 10 Vol. von dem Gase auf, und erhält davon eine dunkelgelbe Farbe und einen scharfen Geschmack. Mit Alkalien verbindet sich das Gas nicht, und ist daher keine Säure.

Es besteht aus:

Chlor	1	Atom	35,4	81,6
Sauerstoff	1	—	8	18,4
			43,4	100.

Oder den Raumtheilen nach aus:

Chlorgas	1	Volumen
Sauerstoffgas	0,5	—

b) Chlordeutoxyd (*Deutoxyde de Chlore*). *)

Diese Verbindung wurde fast zu gleicher Zeit 1815 von Davy und vom Grafen Stadion in Wien entdeckt.

Um das Gas darzustellen, wird geschmolzenes chlorsaures Kali in groben Stücken mit 4 Theilen Schwefelsäure und 2 Theilen Wasser aus einer Retorte im Wasserbade destillirt, und das Gas über Quecksilber aufgefangen.

Ein Theil der Schwefelsäure verbindet sich mit dem Kali, und macht Chlorsäure frei. Letztere verwandelt sich bei ihrer Trennung in Chlordeutoxyd und in Sauerstoff, der Sauerstoff aber, anstatt sich als Gas zu entwickeln, verbindet sich noch mit der am Kali gebundenen Säure zu oxydirter Chlorsäure, und bildet oxydirt chlorsaures Kali, welches im Kolben zurückbleibt, und welches Salz man

*) Diese Verbindung wird von Stadion dreifach oxygenirte Chlorine, und von Berzelius Chlorige Säure genannt.

anwendet, um die oxydirte Chlorsäure daraus zu bereiten.

Eigenschaften. Ein dunkelgelblich grünes Gas, tiefer gefärbt als das Chlorprotoxyd. Es hat einen aromatischen, dem Chlor fast gar nicht ähnlichen Geruch. Sein specifisches Gewicht ist 2,315. Bei einer Temperatur von 95 bis 100° explodirt es mit Feuererscheinung, wobei sich die Bestandtheile desselben trennen; eben so durch die bloſse Berührung mit Phosphor.

Im Wasser ist es auflöslich, und ertheilt ihm eine dunkelgelbe Farbe. Ein Vol. Wasser kann etwa 7 Vol. Gas aufnehmen. Feuchtes Lacmuspapier wird von dem Gas gebleicht, ohne vorher geröthet zu werden. Nach Faraday wird es bei einem höheren Druck und durch Abkühlung in eine dunkelgelbe Flüssigkeit verwandelt.

Es besteht nach Stadion aus:

Chlor	1	Atom	35,4	59,6
Sauerstoff	3	—	24	40,4
			59,4	100.

Oder den Raumtheilen nach aus:

Chlorgas	1	Volumen
Sauerstoffgas	1,5	—

c) Chlorsäure (*Acide chlorique.*)

Diese Säure wurde zuerst von Chenewix wahrgenommen, aber von Gay-Lussac isolirt dargestellt.

Sie wird gebildet, wenn man Chlorgas in eine concentrirte Kaliauflösung streichen läſst, wobei das Wasser zersetzt wird, indem sich der Wasserstoff mit dem Chlor zu Hydrochlorsäure und der Sauerstoff mit einem andern Theile des Chlors zu Chlorsäure verbindet, woraus ein Hydrochlorat und ein Chlorat des Kali's entsteht.

Darstellung. In eine Auflösung von chlorsaurem Baryt bringt man so lange mit 5 Theilen Wasser verdünnte Schwefelsäure, bis kein Niederschlag mehr entsteht, wodurch sich schwefelsaurer Baryt bildet, und die Chlorsäure abgeschieden wird. Die von schwefelsaurem Baryt abge-

gossene Säure darf weder durch salzsauren Baryt, noch durch Schwefelsäure getrübt werden.

Durch Abdampfen bei 40° Wärme kann man sie zu einer ölartigen Flüssigkeit von 1,5 specifischen Gewichts verdichten. Sie ist eine farblose Flüssigkeit, ohne Geruch von sehr saurem etwas stechendem Geschmack, röthet das Lacmuspapier, ohne es zu bleichen, und wird von salpetersaurem Silber nicht getrübt, wodurch sie sich von der Hydrochlorsäure hinreichend unterscheidet. Bei fortgesetztem Erhitzen wird sie in Chlorgas und Sauerstoffgas zerlegt. Eben so wird sie zersetzt durch Hydrochlorsäure, durch schwefelige Säure und durch Schwefelwasserstoff.

Ihr ausgezeichneter Charakter ist in ihren Verbindungen mit den Basen wahrzunehmen, wie wir bei den chlorsauren Salzen sehen werden.

Die Chlorsäure besteht aus:

Chlor	1	Atom	35,4	46,95
Sauerstoff	5	—	40	53,05
			75,4	100.

Oder den Raumtheilen nach aus:

Chlorgas	1	Volumen
Sauerstoffgas	2,5	—

d) Oxydirte Chlorsäure. (*Acide chlorique oxygéné.*)

Diese Säure ist 1814 vom Grafen Stadion entdeckt worden. Um sie darzustellen, wird oxydirtes chlorsaures Kali mit seinem Gewicht concentrirter Schwefelsäure, welche zuvor mit der Hälfte Wasser verdünnt ist, bei einer Temperatur von 138° aus einer Retorte destillirt, wobei die wässerige oxydirte Chlorsäure in die Vorlage übergeht. Die in der Vorlage sich befindende Chlorsäure kann durch gelindes Abdampfen verdichtet werden.

Sie ist eine farblose Flüssigkeit, welche die Pflanzenpigmente nicht bleicht, vom Silbersalz nicht getrübt wird, und sich von der Chlorsäure dadurch unterscheidet, daſs sie von der schwefeligen Säure, Salzsäure und von dem Schwefelwasserstoff nicht zersetzt wird.

Die oxydirte Chlorsäure besteht nach Stadion aus:

Chlor	1	Atom	35,4	38,7
Sauerstoff	7	—	56	61,3
			91,4	100.

Oder den Raumtheilen nach aus:

Chlorgas	1	Volumen
Sauerstoffgas	3,5	—

VIII. Jodsäure. (Acide jodique.)

Sie wurde von Gay-Lussac entdeckt und von Davy rein dargestellt. Auf directem Wege läfst sich das Jod mit dem Sauerstoff nicht verbinden.

Um sie darzustellen, läfst man in Jod trocknes Chloroxydgas streichen, wo sich der Sauerstoff des Gases mit einem Theil des Jods zu Jodsäure, und das Chlor mit dem andern Theil des Jods zu Chlorjod verbindet; letzteres kann durch Erwärmen davon verflüchtigt werden, worauf die Jodsäure rein zurück bleibt. Nach Serullas kann die Jodsäure dargestellt werden, wenn man das jodsaure Natron, welches 0,75 Jodsäure enthält, durch Schwefelsäure zersetzt. Die Jodsäure verbindet sich nicht mit der Schwefelsäure, obgleich diefs von Davy als eine Thatsache aufgestellt war.

Sie ist eine weifse feste undurchsichtige Masse, ohne Geruch, von sehr saurem Geschmack; schwerer als Schwefelsäure, in welcher sie zu Boden sinkt. Noch vor dem Glühen schmelzbar; wobei sie sich aber in Sauerstoffgas und in Jod zersetzt.

An der feuchten Luft zerfliefst sie, und löst sich im Wasser leicht auf. Sie röthet die Lacmustinctur und bleicht sie nach einiger Zeit. Die meisten Metalle, selbst Gold und Platin nicht ausgenommen, werden von ihr oxydirt und aufgelöst.

Der schweflichen Säure und dem Schwefelwasserstoff tritt sie ihren Sauerstoff ab, wobei das Jod frei wird. Vermengt man die trockne Jodsäure mit Schwefel, Kohle und organischen Substanzen, so tritt sie ihnen in der Hitze ihren Sauerstoff unter Verpuffung ab.

Sie verbindet sich mit Phosphorsäure, Salpetersäure und Boronsäure, und bildet mit ihnen feste krystallinische zum Theil sublimirbare Doppelsäuren, deren Existenz aber von Serullas bezweifelt wird.

Sementini hat eine jodige Säure angegeben, welche beim Erhitzen in einer Retorte von chlorsaurem Kali mit Jod in die Vorlage übergeht. Sie besteht in einer gelben ölartigen Flüssigkeit, welche immer Chlorjod enthält, wefshalb ihre Eigenthümlichkeit noch problematisch ist.

Die Jodsäure besteht aus:

Jod	1 Atom	=	125	—	75,76.
Sauerstoff	5 ,,	=	40	—	24,24.
			165		100

IX. Selensäure. (Acide selenique.)

Die Selensäure wird nach Berzelius bereitet, wenn man das Selen so lange mit Salpetersalzsäure erwärmt, bis es aufgelöst ist. Wird die Auflösung bis zur Trockne abgedampft, so bleibt die Selensäure zurück.

Der weifse Rückstand in einem Kolben erhitzt, gibt einen gelben Dampf und sublimirt sich in vierseitigen glänzenden Nadeln oder in einer durchscheinenden Masse.

Sie ist ohne Geruch und sehr sauer. Aus der Luft absorbirt sie Wasser, ohne zu zerfliefsen. Im Wasser ist sie sehr auflöslich, vorzüglich aber in kochendem Wasser; eben so löst sie sich im Weingeist sehr leicht auf.

Durch die Substanzen, welche eine grofse Affinität zum Sauerstoff haben, wird sie zersetzt, als z. B. durch schwefliche Säure, phosphorige Säure, schweflichsaures Ammonium etc., wobei das Selen als ein rothes Pulver abgesondert wird. Durch Schwefelwasserstoff wird ein orangegelbes Pulver, bestehend aus Selen und Schwefel, abgeschieden.

Ist die Selensäure mit Hydrochlorsäure vermengt, so kann man das Selen durch eine Zinkstange in rothen oder dunkelbraunen Flocken reduciren.

Eine concentrirte Auflösung der Selensäure in kochendem Wasser setzt beim langsamen Abkühlen lange ge-

streifte Krystalle ab, welche ein Selensäurehydrat sind. Diefs Hydrat läfst beim Erhitzen das Wasser fahren und zuletzt, bei stärkerem Feuer, sublimirt sich die trockene Selensäure selbst.

Die Selensäure besteht nach Berzelius aus:

Selen	1 Atom	=	40 —	71,43.
Sauerstoff	2 „	=	16 —	28,57.
			56	100.

Mitscherlich und Nitsch halten die eben beschriebene Säure für selenige Säure, dagegen haben sie eine andere entdeckt, welche sie mit der Schwefelsäure isomorph, als Selensäure betrachten. Diese Säure wurde durch das Schmelzen des Selenbleis mit gleichem Gewichte salpetersaurem Kali's dargestellt. Aus dem dabei gebildeten selensauren Kali wird alsdann die Säure abgeschieden. Sie ist eine farblose Flüssigkeit, welche sich bei 290° C. in Sauerstoffgas und selenige Säure zersetzt. Das specifische Gewicht dieser wasserhaltigen Säure ist 2,524. Mit Wasser erhitzt sie sich eben so stark als die Schwefelsäure. Mit Salzsäure gekocht wird selenige Säure und Chlor gebildet. Sie löst das Gold auf, aber nicht das Platin *).

X. *Bromsäure.* (*Acide bromique.*)

Die Affinität des Broms zum Sauerstoff ist zu gering, als dafs eine Verbindung mit demselben auf directem Wege dargestellt werden könnte.

Die Bromsäure wird durch die Action des Broms auf wässerige Alkalien gebildet, wobei sich das Wasser zersetzt indem es seinen Sauerstoff dem Brom abtritt.

Die Bromsäure wird aus ihrer Verbindung mit Baryt durch verdünnte Schwefelsäure abgeschieden. (Balard).

Sie ist eine farblose Flüssigkeit, ohne Geruch, von Syrupsconsistenz. Bei fortgesetzter Hitze wird ein Theil Bromsäure verflüchtigt und ein anderer zersetzt sich in

*) S. Poggendorffs Annalen der Physik. B. IX. S. 623.

Brom und Sauerstoffgas. Das Lacmuspapier wird anfangs davon geröthet und später gebleicht.

Von der schweflichen Säure und von einigen Wasserstoffsäuren wird sie zersetzt. Mit salpetersaurem Silber und salpetersaurem Quecksilberprotoxyd gibt sie weifse Niederschläge.

Man kennt sie bis jetzt nur in Verbindung mit Wasser; allein im isolirten Zustande gedacht, besteht sie aus:

Brom	1 Atom	=	75,76	— 65,44.
Sauerstoff	5 „	=	40	— 34,56.
			115,76	100.

B. Wasserstoffsäuren. (*Hydracides.*)

Unter Wasserstoffsäuren versteht man diejenigen Verbindungen brennbarer Körper mit Wasserstoff, welche die Eigenschaften der Säuren besitzen.

A. Schwefelwasserstoffsäure. Hydrothionsäure. (*Acide hydrosulfurique.*)

Die Verbindung des Schwefels mit Wasserstoff wurde zuerst von Scheele als ein eigenthümliches Gas bekannt unter dem Namen, hepatische Luft, Schwefelleberluft oder Schwefelwasserstoffgas, dargestellt, und später von Trommsdorff mit dem Namen Hydrothionsäure belegt.

Sie findet sich in den hepatischen Mineralwassern, Cloaken und faulen Eiern und bildet sich bei der Verdauung, so wie durch die Einwirkung der feuchten organischen Substanzen auf schwefelsaure Salze.

Um die Säure zu erhalten, wendet man gewöhnlich diejenigen Schwefelmetalle an, welche das Wasser zu zersetzen im Stande sind.

Zu dem Ende bringt man z. B. künstlich hergestelltes feingeriebenes Schwefeleisen in einen Kolben und übergiefst es mit einem Gemenge aus einem Theil Schwefelsäure und drei Theilen Wasser. Oder man benetzt ein Gemenge von zwei Theilen Eisenfeilspänen und ein Theil gepulvertem Schwefel mit einer geringen Menge Wasser und erwärmt nun den Teig bis zum Kochpunkte des Wassers, wodurch

eine Zersetzung desselben vor sich geht und eine schwarze Masse, das hydrothionsaure Eisenprotoxyd, gebildet wird. Nach dem Erkalten wird sie in einem Kolben mit verdünnter Schwefelsäure oder Hydrochlorsäure übergossen, und das sich entwickelnde Gas wird vermittelst einer Entbindungsröhre in Flaschen, welche mit warmem Wasser oder mit einer Salzauflösung angefüllt sind, an der pneumatischen Wanne aufgefangen.

Um das Gas rein darzustellen, dürfen die beiden ebengenannten Verbindungen kein freies Eisen enthalten, weil sich sonst auch Wasserstoffgas entwickeln würde. Die Anwendung des Schwefelantimons mit Salzsäure ist von Thenard empfohlen worden, das dadurch erhaltene Gas ist aber selten von Salzsäure frei.

Eigenschaften des Gases.

Farblos, von einem sehr unangenehmen, den faulen Eiern ähnlichen Geruch, ist beim Einathmen gefährlich, indem es Ohnmachten und Asphyxie hervorbringt. Ein Pferd stirbt nach einiger Zeit in einer Luft, welcher nur $\frac{1}{2}$ Procent dieses Gases beigemengt ist.

Sein specifisches Gewicht ist 1,191. Bei einem starken Drucke und bei tiefer Temperatur wird es nach Faraday in eine leichtbewegliche Flüssigkeit, welche leichter als Wasser ist, verwandelt.

Ein Licht erlöscht in dem Gas, und ein Thier stirbt augenblicklich in demselben. Es brennt an der Luft mit einer blauen Flamme, wobei Wasser und schwefliche Säure gebildet und ein Theil des Schwefels unverbrannt auf den Wänden der Glocke abgesetzt wird.

Wenn man in eine mit hydrothionsaurem Gase gefüllte Flasche Lacmustinctur bringt, so wird diese zwar anfangs geröthet, allein nach einiger Zeit erblafst die Farbe derselben, und vermittelst des Schüttelns wird sie vollkommen gebleicht. Die Säure hat sich hier mit dem Pigmente zu einer farbenlosen Verbindung vereinigt, und die blaue Farbe kann durch Hinzusetzen von Alkalien vollkommen

wieder hergestellt werden. Eben so wird die gebleichte Flüssigkeit durch Säuren roth.

Bei der gewöhnlichen Temperatur wird das Gas durch Vermengen mit Luft oder durch Sauerstoffgas nicht zersetzt, wohl aber wird dieses Gemeng durch den elektrischen Funken oder durch ein brennendes Licht entzündet, wobei sich unter Explosion Wasser und schwefliche Säure mit Absetzung von etwas Schwefel, bilden.

Das Jod und das Chlor zersetzen das Gas indem sie sich mit dem Wasserstoff zu Hydriodsäure und zu Hydrochlorsäure verbinden, wobei der Schwefel abgeschieden wird.

Das Chlor hat vorzüglich diese Eigenschaft auf eine auffallende Weise; denn wenn man in eine hydrothionsaures Gas enthaltende Glocke einige Bläschen Chlorgas streichen läfst, so setzt sich der Schwefel augenblicklich auf den Wänden des Gefäfses ab, und die beiden Gasarten verschwinden. Defshalb ist das Chlorgas auch sehr dazu geeignet, die Luft in einem Zimmer, welches durch hydrothionsaures Gas inficirt ist, zu reinigen; aus dem nämlichen Grunde ist bei Asphyxien durch ebengenanntes Gas, das Chlorgas das beste Gegenmittel.

Verschiedene Säuren zersetzen das Gas, namentlich die Salpeter- und die salpetrige Säure, eben so die schwefliche und Schwefelsäure; in allen diesen Fällen verbindet sich der Wasserstoff des Gases mit einem Theil Sauerstoff der genannten Säuren, und der Schwefel wird ausgeschieden; die schwefliche Säure wird dabei auf unterschwefliche Säure reducirt.

Bringt man concentrirte Schwefelsäure in eine mit hydrothionsaurem Gas angefüllte Flasche, oder läfst man das Gas in concentrirte Schwefelsäure streichen, so wird schwefelige Säure und Wasser gebildet, wobei der Schwefel sich abscheidet; ist aber die Schwefelsäure mit drei bis vier Theilen Wasser verdünnt, so findet diese Zersetzung nicht mehr statt.

Wird das Gas mit Quecksilber geschüttelt, so verbindet sich ein Theil des Schwefels mit dem Metalle, aber es ist schwierig, allen Schwefel durch das Quecksilber bei

der gewöhnlichen Temperatur und ohne Zutritt der Luft von dem Wasserstoff zu trennen. Bringt man hingegen das Gas mit geschmolzenem Zinn in Berührung, so nimmt das Zinn allen Schwefel auf, und das Wasserstoffgas bleibt rein zurück. Auch Kupfer, Messing, Silber etc. laufen von dem Gase schwarz an, indem sich unter Einwirkung der Luft Wasser und Schwefelmetalle bilden.

Vorzüglich sind Oelgemälde wegen des in den Farben enthaltenen Bleiweifses vor dem Zutritt dieses Gases sorgfältig zu bewahren, weil sie davon durch die Erzeugung von Schwefelblei gelb und endlich schwarz werden.

Das hydrothionsaure Gas löst sich im Wasser auf. Ein Volumen Wasser kann nach Saussure bei 18° C. 2½ Vol. Gas aufnehmen. Wenn das Gas rein ist, so wird es vom Wasser vollkommen aufgelöst.

Man kann sich diefs hydrothionsaure Wasser in grofsen Quantitäten verschaffen, wenn man das Gas, welches aus Schwefeleisen, wie oben entwickelt wird, in grofse Flaschen, welche beinahe mit destillirtem Wasser angefüllt sind, streichen läfst. Das anzuwendende Wasser wird zuvor gekocht, und dann in verschlossenen Gefäfsen wieder abgekühlt.

Das mit dem Gas geschwängerte Wasser kommt an Geruch dem Gase vollkommen gleich; der Geschmack ist fade und süfslich, die Lacmustinctur wird schwach davon geröthet.

Wurde ein lufthaltiges Wasser zu der Bereitung desselben angewendet, so wird es bald milchicht, selbst in verschlossenen Gefäfsen; beim Ausstellen an die Luft absorbirt der Wasserstoff dieses Gases den Sauerstoff der Atmosphäre, wodurch sich Wasser bildet, und der Schwefel als ein feines weifses Pulver abgeschieden wird. In das Vacuum der Luftpumpe gebracht, und vorzüglich beim Aufkochen, wird das Gas vollkommen aus dem Wasser entwickelt.

Durch Chlor, schwefliche Säure und salpetrige Säure wird es unter Abscheidung des Schwefels zersetzt. Das Quecksilber, wenn es mit diesem Wasser geschüttelt wird,

entzieht ihm nur einen Theil des Schwefels, aber unter dem Zutritt der Luft, absorbirt der Wasserstoff den Sauerstoff der Luft, und unter diesen Umständen wird aller Schwefel vom Quecksilber aufgenommen.

Die meisten Metallauflösungen werden von dem Wasser zersetzt, indem sich der Wasserstoff mit dem Sauerstoff der Oxyde zu Wasser und der Schwefel mit den reducirten Metallen sich zu schwarzen oder gelben Metallsulfuriden verbindet.

Hierauf beruht die Anwendung dieses Wassers als Reagens auf Metalle, und der sogenannte Liquor propatorius oder die in frühern Zeiten vielfach angewendete Hahnemansche Weinprobe war nichts Anderes als diese Hydrothionsäure, mit einer andern Säure vermengt.

Das hydrothionsaure Gas löst sich auch in fetten Oelen, in Weingeist und in einigen andern Flüssigkeiten auf. Mit dem Weingeist scheint aber eine gegenseitige Zersetzung statt zu finden, denn die Auflösung nimmt bald einen eigenthümlichen Geruch an.

Die Hydrothionsäure besteht aus:

Schwefel	1	Atom	=	16 —	94,1
Wasserstoff	1	„	=	1 —	5,9
				17	100.

Anwendung.

Die in Wasser aufgelöste Hydrothionsäure wird als Arzneimittel zum innerlichen und äufserlichen Gebrauch, namentlich zu Bädern benutzt.

Als Reagens, um die Metalloxyde zu erkennen und sie von einander zu trennen.

Flüssiger Schwefelwasserstoff.

Scheele hat auch eine Verbindung des Schwefels mit Wasserstoff entdeckt, welche flüssig ist. Sie wird erhalten, wenn man eine concentrirte warme Auflösung von Schwefelkalium unter beständigem Umrühren nach und nach in ebenfalls warme verdünnte Salzsäure tröpfelt; hier ver-

bindet sich der meiste Schwefel mit dem Wasserstoff, und es entsteht daraus ein tropfbar flüssiger Schwefelwasserstoff, der als eine gelbe durchsichtige Flüssigkeit zu Boden sinkt.

In einer sauern Flüssigkeit kann die Verbindung eine Zeit lang aufbewahrt werden, allein aufserdem zersetzt sie sich bald in Schwefel und Schwefelwasserstoffgas, was selbst in verschlossenen Gefäfsen statt hat, welche dadurch zersprengt werden.

Diese Verbindung kann auch dargestellt werden, wenn man gleiche Theile frisch gelöschten Kalk und Schwefelblumen mit sechs Theilen Wasser kocht und die filtrirte Flüssigkeit in Salzsäure tröpfelt. Sie scheint die Eigenschaft einer Säure zu besitzen, denn sie verbindet sich mit Alkalien und Erden zu Salzen.

Nach Dalton besteht sie aus:

1 Atom Wasserstoff,
2 — Schwefel;

diefs mufs jedoch erst noch durch weitere Versuche bestätigt werden, ehe es als ausgemachte Wahrheit angenommen werden kann.

B. Chlorwasserstoffsäure. Hydrochlorsäure. Salzsäure. (*Acide hydrochlorique. Acide muriatique.*)

Diese Säure war schon von Glauber und Basilius Valentinus gekannt, und von ihnen dargestellt, indem sie Kochsalz mit concentrirter Schwefelsäure in einer Retorte erwärmten.

Sie befindet sich als Gas in den Dämpfen der Vulcane und in den Salinen, wo sie beim Abrauchen der Salzsoolen durch die Zersetzung der salzsauern Magnesia zu entstehen scheint.

Nach der älteren Meinung wird sie mit Natron, Kali, Kalk und Magnesia in der Natur angetroffen; diese trockenen Verbindungen bestehen aber nach der neueren Ansicht aus Chlor mit den ebengenannten reducirten Basen.

Im

Im reinsten Zustande ist diese Säure ein permanentes Gas. Um sich dieses Gas zu verschaffen, bringt man in einen Glaskolben, welcher mit einer Entbindungsröhre versehen ist, gleiche Gewichtstheile Kochsalz und concentrirte Schwefelsäure; das Gas entwickelt sich bei einem gelinden Erwärmen und wird unter Glocken mit Quecksilber aufgefangen. (Priestley) *).

Als man noch das Kochsalz für eine Verbindung aus Salzsäure und Natron hielt, glaubte man, daſs sich die Schwefelsäure mit dem Natron zu Glaubersalz verbinde und die Salzsäure austreibe; allein da das Kochsalz nach der neueren Ansicht aus Chlor und aus Natrium, der metallischen Basis des Natrons besteht, so erklärt man jetzt diese Einwirkung auf eine weniger einfache Weise so, daſs ein Atom Wasser aus der Schwefelsäure zerlegt wird, wobei sich der Wasserstoff desselben mit dem Chlor zu Hydrochlorsäure verbindet, diese entwickelt sich nun als Gas; der Sauerstoff des Wassers hingegen tritt an das Natrium und bildet Natron, welches sich nun mit der Schwefelsäure zu Glaubersalz vereinigt.

Eine wasserhaltige Säure ist also zur Bildung der Hydrochlorsäure unbedingt nothwendig, und die Affinitäten, welche hier die Zersetzung des Kochsalzes bestimmen, sind die des Chlors für den Wasserstoff, die des Natriums für den Sauerstoff und endlich die des Natrons für die Schwefelsäure.

Die Hydrochlorsäure kann auf synthetischem Wege, aber keineswegs mit Vortheil hergestellt werden. Wenn man nämlich gleiche Raumtheile Chlorgas und Wasserstoffgas miteinander vermengt und den elektrischen Funken hindurch schlagen läſst, so geht die Vereinigung unter Licht- und Wärme-Erzeugung augenblicklich von Statten, und das hydrochlorsaure Gas ist dargestellt. Durch einen rothglü-

*) Man kann auch die im Handel vorkommende liquide Salzsäure auf die nämliche Weise in einem Kolben erwärmen, wobei sich das im Wasser aufgelöste Gas entwickelt, und über Quecksilber aufgefangen werden kann.

henden Körper und durch die Sonnenstrahlen wird die Vereinigung der beiden Gasarten auch bewirkt. Das hieraus entstandene hydrochlorsaure Gas nimmt gerade so viel Raum ein, als die beiden gemengten Gasarten zusammen vor der Verbindung einnahmen.

Eigenschaften des Gases.

Farblos und permanent, nur bei einem Drucke von vierzig Atmosphären wird es nach Davy und Faraday liquid; von einem stechenden Geruch und ungemein saurem Geschmack; sein specifisches Gewicht ist 1,256; Thiere ersticken in demselben, und ein brennendes Licht erlöscht darin; an der feuchten Luft raucht es, indem es das Wasser aus derselben verdichtet.

Durch glühende Kohlen und durch die Weifsglühhitze wird es nicht zerlegt, wohl aber durch die Voltaische Säule, wo das Chlorgas am positiven und das Wasserstoffgas am negativen Pole erscheint.

Wird es mit Sauerstoffgas vermengt und dann elektrisirt, so bildet sich Wasser, und das Chlorgas wird zum Theil frei. (Henry).

Flüssige wasserhaltige Hydrochlorsäure.

Die Affinität des Gases zum Wasser ist aufserordentlich grofs. Bringt man in eine mit dem Gase angefüllte Glocke ein Stück Eis, so wird dieses augenblicklich flüssig, und das Gas löst sich in dem gebildeten Wasser auf. Wird eine mit hydrochlorsaurem Gase gefüllte Flasche unter Wasser geöffnet, so dringt das Wasser mit einer solchen Heftigkeit in die Flasche, als wenn ein leerer Raum vorhanden gewesen wäre.

Ein Vol. Wasser kann bei der gewöhnlichen Temperatur 480 Raumtheile dieses Gases auflösen, woraus die flüssige Hydrochlorsäure entsteht, welche im Handel unter dem Namen von Salzsäure, rauchender Salzgeist, *Spiritus salis fumans*, bekannt ist.

Um diese liquide Säure mehr im Grofsen zu bereiten, bringt man in einen Glaskolben A (Siehe Figur 9), 6 Pfd. Kochsalz und 5 Pfd. concentrirte Schwefelsäure, welche zu-

vor mit 1 Pfd. Wasser vermengt wird. Durch gekrümmte Glasröhren B B B werden mehrere Woulf'sche Flaschen mit dem Kolben in Verbindung gesetzt, in denen so viel destillirtes Wasser vertheilt ist, als Schwefelsäure angewendet wurde.

Das kaltgewordene Gemenge der Schwefelsäure mit Wasser wird nach und nach durch eine doppeltgekrümmte Röhre G auf das Salz gebracht, und alsdann im Sandbade erwärmt bis keine Entwicklung von Gas mehr statt findet.

So wie sich das Gas entwickelt, löst es sich im Wasser der ersten Flasche auf, erwärmt das Wasser, sättigt es und vermehrt dadurch beträchtlich den Raum desselben, aus welchem Grunde die Flaschen nicht viel über die Hälfte mit Wasser angefüllt seyn dürfen.

Wenn das Wasser in der ersten Flasche gesättigt ist, geht das Gas in das Wasser der zweiten Flasche über und bringt in dieser die nämlichen Erscheinungen hervor.

Nach der Operation gieſst man durch die Röhre heiſses Wasser in den Kolben, um das Zerspringen desselben zu verhüten.

In den Fabriken wird der im Kolben oder in den Retorten bleibende Rückstand auf Glaubersalz oder auf kohlensaures Natron benutzt.

Eigenschaften der liquiden Säure.

Sie ist ganz farblos wie Wasser. Die im Handel vorkommende und fabrikmäſsig bereitete hat aber oft einen Stich ins Gelbe, wozu verschiedene Ursachen Veranlassung geben können. Es kann nämlich die gelbe Farbe vom Eisen herrühren, was aber nur mit der Säure in der ersten Flasche der Fall seyn dürfte.

Wenn die Säuren in der zweiten und dritten Flasche auch gelb sind, so kann dieſs von etwas Chlor oder von Brom herrühren. Sind nun Chlor oder Brom die Ursache der gelben Farbe, so wird die Säure durch Ausstellung in fast verschlossenen Gefäſsen an die Sonne durch Bildung von Hydrochlor- und Hydrobrom-Säure vollkommen farblos

werden; eine Entfärbung, welche sie nicht erleidet, wenn etwas salzsaures Eisen darin enthalten ist.

Wenn die zur Zersetzung des Kochsalzes angewendete Schwefelsäure selenhaltig ist, so könnte in die erste Flasche etwas Selen mit übergehen, was sich aber nach einigen Tagen als ein braunes Pulver zu Boden setzen wird.

Auch gegen das Hineinfallen von organischen Stoffen mufs die concentrirte Säure verwahrt werden, weil sie davon eine bräunliche Farbe annimmt.

Wird das Wasser, welches das Gas auflösen soll, mit Eis umringt, so kann eine so grofse Menge Gas absorbirt werden, dafs die bei 0 gesättigte Flüssigkeit ein specifisches Gewicht von 1,210 erhält; indessen läfst sich eine so concentrirte Säure beim Wechsel der Temperatur nicht wohl erhalten, und die bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft gesättigte Säure hat daher nur ein specifisches Gewicht von 1,192.

An der feuchten Luft dampft sie etwas, wefshalb sie rauchende Salzsäure genannt wurde. Wird die Säure erwärmt, so läfst sie eine beträchtliche Quantität des Gases fahren.

Ed. Davy hat folgende Tabelle entworfen, welche den Gasgehalt der wässerigen Säure bei 25° anzeigt.

Spec. Gewicht.	Procente des salzsauren Gases	Spec. Gewicht.	Procente des salzsauren Gases
1,21	42,43	1,10	20,20
1,20	40,80	1,09	18,18
1,19	38,38	1,08	16,16
1,18	36,36	1,07	14,14
1,17	34,34	1,06	12,12
1,16	32,32	1,05	10,10
1,15	30,30	1,04	8,08
1,14	28,28	1,03	6,06
1,13	26,26	1,02	4,04
1,12	24,24	1,01	2,02
1,11	20,3		

Hydrochlorsäure und Salpetersäure (Königswasser, *Aqua regia.*)

Diese Doppelsäure (Salpetersalzsäure), auch unter dem Namen von Goldscheidewasser bekannt, entsteht, wenn man zwei Theile Salzsäure mit einem Theil Salpetersäure vermengt, oder dadurch, daſs man entweder Kochsalz oder Salmiak in Salpetersäure, oder Salpeter in Salzsäure auflöst.

Wird die farblose concentrirte Salzsäure mit der Salpetersäure vermengt, so entsteht eine gelbe Flüssigkeit, und zwar vorzüglich dann, wenn sie etwas erwärmt wird. Diese Doppelsäure hat die Eigenschaft den sogenannten König der Metalle, das Gold, und auch das Platin aufzulösen, was mit jeder der beiden Säuren, einzeln angewendet, keineswegs der Fall ist.

Wenn die beiden ebengenannten Säuren mit einander in Berührung kommen, so findet eine gegenseitige Zersetzung statt, es entwickelt sich nämlich etwas Chlorgas, und die Säure nimmt durch das Erwärmen eine dunkelorangegelbe Farbe an. Der Wasserstoff der Hydrochlorsäure verbindet sich hier mit einem Atom Sauerstoff der Salpetersäure zu Wasser, wodurch die Salpetersäure in salpetrige Säure und die Hydrochlorsäure in Chlor umgewandelt wird. Demnach wäre das Königswasser oder die Salpetersalzsäure zu betrachten als eine Verbindung von Chlor und salpetriger Säure. Das verdichtete Chlor verbindet sich mit dem Golde und bewirkt die Auflösung desselben, wozu die salpetrige Säure nichts beiträgt. Wird salpetrige Säure mit Hydrochlorsäure vermengt, so entsteht hieraus kein Königswasser, weil sich hier das Chlor nicht bildet, indem der Wasserstoff der Hydrochlorsäure sich nicht mit dem Sauerstoffe der salpetrigen Säure verbindet. (Davy.)

Das Königswasser wird auſser zur Auflösung des Goldes, Platins und Palladiums noch in vielen andern Fällen benutzt, zur Auflösung einiger Schwefelmetalle, zur Bildung der Selensäure, der Arseniksäure u. s. w.

Die Hydrochlorsäure besteht aus:

Chlor	1 Atom	=	35,4	—	97,25.
Wasserstoff	1 „	=	1	—	2,75.
			36,4		100

Oder den Raumtheilen nach aus:

Chlorgas	1 Volumen.
Wasserstoffgas	1 „

Anwendung.

Die flüssige Hydrochlorsäure wird als Reagens, und zwar als eins der vorzüglichsten Auflösungsmittel vieler Stoffe benützt. Zur Bereitung des salzsauren Zinns im Grofsen, und vieler salzsauern Salze. Zur Extraction der Gallerte aus den Knochen. Zur Bereitung des Chlorkalks vermittelst des Manganoxyds. Mit grofsem Vortheil zur Reinigung der Wasserleitungsröhren, welche sich nach und nach durch Absetzen von kohlensauren Erden verstopft haben. Als Arzneimittel zum innerlichen und äufserlichen Gebrauch.

C. Hydriodsäure. (*Acide hydriodique.*)

Die von Gay-Lussac entdeckte Hydriodsaure kommt in der Natur in den Fucusarten, Schwämmen etc. mit Kali, und in den Mineralwässern mit Natron verbunden, aber nicht isolirt vor, sondern ist in ihrem reinen Zustande stets ein Product der Kunst.

Um sie herzustellen, benetzt man eine Verbindung aus acht Theilen Jod und ein Theil Phosphor in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre mit wenig Wasser, und läfst das andere Ende der Röhre in ein trockenes Cylinderglas hinab. Man kann auch das Phosphorjod mit benetztem Glaspulver bedecken. Bei schwachem Erwärmen wird das Wasser zersetzt, wo sich der Sauerstoff des Wassers mit dem Phosphor zu phosphoriger Säure verbindet, und der Wasserstoff des Wassers verbindet sich mit dem Jod zu

hydriodsaurem Gas, welches sich entwickelt und in den Cylinder streicht. *)

Die Hydriodsäure kann nach Felix d'Arcet auf folgende Weise erhalten werden. Man läſst phosphorige Säure kochen, bis das Phosphorwasserstoffgas sich zu entwickeln anfängt, wo alsdann die Säure nicht mehr Wasser enthält, als zu ihrer wesentlichen Zusammensetzung nothwendig ist. Die concentrirte Säure wird in eine an einem Ende geschlossene Glasröhre gebracht, und mit ihrem Gewichte Jod versetzt. Man erwärmt sie langsam, wobei sich das Gas in groſser Menge entwickelt, welches in einem tiefen Cylinder mit Luft aufgefangen wird. Da die Entwicklung indessen schnell von Statten geht, so kann man das Gas auch über Quecksilber auffangen, und dann die Flaschen schnell verkitten, wobei sich dann kein Quecksilberjodüre mehr bildet.

Bei dieser Operation zersetzt das Jod bei einer erhöhten Temperatur einen Theil des Wassers aus der phosphorigen Säure, indem sich das Jod des Wasserstoffs bemächtigt, wobei der Sauerstoff des Wassers den Phosphor in Phosphorsäure verwandelt, welche als eine weiſse glasartige Masse zurückbleibt. Aus sieben Gramm Säure und eben so viel Jod kann man zwei Liter reines Gas entwickeln.

Eigenschaften der Hydriodsäure.

Ein farbloses Gas; die schwerste aller Gasarten, specifisches Gewicht zur Luft = 4,428; hat einen stechenden dem hydrochlorsauren Gase ähnlichen Geruch. An der feuchten Luft verbreitet es weiſse Dämpfe.

Wird es mit Sauerstoff vermengt und durch eine glühende Porzellanröhre getrieben, so bildet sich Wasser, und das Jod wird in Freiheit gesetzt.

---

*) Ueber Quecksilber kann das Gas nicht wohl aufgefangen werden, weil das Jod sich mit dem Quecksilber verbindet, wodurch das Wasserstoffgas frei wird; noch weniger kann es in Glocken mit Wasser aufgefangen werden, weil es im Wasser sehr auflöslich ist.

Das Chlorgas mit dem hydriodsauern Gas in Berührung gebracht, verbindet sich ebenfalls mit dem Wasserstoff zu Hydrochlorsäure, und das Jod wird in rothen Dämpfen abgeschieden.

Die Schwefelsäure und Salpetersäure geben, wenn sie mit der Hydriodsäure in Berührung gebracht werden, einen Theil ihres Sauerstoffs ab, um mit dem in derselben enthaltenen Wasserstoffe Wasser zu erzeugen, wobei Jod abgeschieden und schwefeligsaures Gas und Azotdeutoxydgas gebildet werden. Eben so wird sie durch die meisten Metalle zersetzt.

Mit Phosphorwasserstoffgas verbindet sich die Hydriodsäure zu weifsen cubischen Krystallen. (Dulong).

Im Wasser ist das Gas noch auflöslicher als das hydrochlorsaure Gas. Um die wasserhaltige Hydriodsäure zu bereiten, wird feinabgeriebenes Jod mit Wasser angerührt, in welches Gemeng man einen Strom von Schwefelwasserstoffgas streichen läfst; das Jod verbindet sich alsdann mit dem Wasserstoff des hineinstreichenden Gases, woraus die Hydriodsäure entsteht und der Schwefel abgeschieden wird. Während des Hineinstreichens des Gases mufs die Flüssigkeit stets umgerührt werden, damit der sich abscheidende Schwefel nicht mit dem Jod zusammenbackt.

Das mit dem hydriodsauren Gas gesättigte Wasser ist eine farblose, an der feuchten Luft rauchende Flüssigkeit, welche ein specifisches Gewicht von 1,700 hat. Durch den Sauerstoff der Luft verwandelt sich dieselbe nach und nach in Wasser und in hydriodige Säure. Diese hydriodige Säure wird auch gebildet, wenn man Hydriodsäure mit Jod zusammenbringt, woraus eine gelbbraune Flüssigkeit entsteht, welche aber noch wenig bekannt ist.

Die Hydriodsäure besteht aus:

Jod	1	Atom	=	125 —	99,2
Wasserstoff	1	„	=	1 —	0,8
				126	100

Sie bildet sich nach und nach, wenn das Jod in Wasser oder in Weingeist aufgelöst ist.

D. Hydroselensäure. (*Acide hydroselenique.*)

Die Säure wird dargestellt, wenn man Eisenselen oder Schwefelselen mit verdünnter Salzsäure eben so behandelt, wie das Schwefeleisen bei Darstellung der Hydrothionsäure, nur dafs das hydroselensaure Gas gleichfalls wegen seiner gröfseren Auflöslichkeit anstatt über Wasser über Quecksilber aufgefangen werden mufs.

Eigenschaften der Säure.

Ein farbloses Gas, von einem Geruch, welcher dem der Blausäure und der Hydrothionsäure etwas ähnlich ist, und auf einige Stunden den Geruchsinn zerstört. Die Augen werden davon schmerzhaft entzündet, und es entsteht darauf ein Schnupfen und ein trockener Husten, woraus sich nach den von Berzelius gemachten Erfahrungen schliefsen läfst, dafs diefs Gas sehr heftig auf den Körper wirkt.

Das Lacmuspapier wird stark davon geröthet.

Im Wasser ist es auflöslich, und die flüssige Säure von hepatischem Geschmack absorbirt den Sauerstoff aus der Luft, wodurch Wasser gebildet wird, und wobei das Selen als ein rothes Pulver zu Boden fällt. Auf der Haut läfst die flüssige Hydroselensäure rothbraune dauernde Flecken zurück.

Durch die meisten Metallsalze wird sie zersetzt, und es entstehen dabei braune oder schwarze Niederschläge.

Die Hydroselensäure besteht aus:

Selen	1	Atom	= 40	— 97,56.
Wasserstoff	1	„	= 1	— 2,44.
			41	100

E. Hydrobromsäure. (*Acide hydrobromique.*)

Diese Säure wird mit Natron und Magnesia verbunden im Seewasser, in Seethieren und in den meisten Salzsoolen angetroffen.

Sie läfst sich darstellen, wenn man Bromkalium mit drei Viertheilen concentrirter Schwefelsäure, welche mit 16 Theilen Wasser verdünnt ist, benetzt, und das sich entwickelnde

Gas durch Schütteln mit Quecksilber vom Brom befreit; oder wenn man phosphorige Säure so weit abraucht, bis sich Phosphorwasserstoffgas entwickelt, und sie nun mit ihrem Gewicht Brom vermengt und gelinde in einem mit einer Entbindungsröhre versehenen Kolben erwärmt.

Eigenschaften. Ein farbloses Gas, welches ein specifisches Gewicht von 2,710 hat; ist sehr sauer, erzeugt an der feuchten Luft weifse Dämpfe, erregt Jucken und Entzündung auf der Haut und hat überhaupt mit dem hydrochlorsauren Gase viele Aehnlichkeit.

Durch Schwefelsäure und Salpetersäure wird sie ihres Wasserstoffs beraubt, wodurch Brom abgeschieden und schwefliche Säure so wie Azotdeutoxydgas gebildet werden.

Das Chlor bemächtigt sich ebenfalls des in ihr enthaltenen Wasserstoffs, wodurch das Brom in Freiheit gesetzt wird.

Vom Wasser wird es schnell unter Wärme-Entwicklung absorbirt, und bildet im gesättigten Zustande eine an der feuchten Luft rauchende Flüssigkeit, welche der flüssigen Hydrochlorsäure ähnlich ist. Sie hat ein specifisches Gewicht von 1,290.

Sie kann eine gröfsere Menge Brom aufnehmen, und bildet damit die hydrobromige Säure, welche eine dunkelrothe Farbe hat, und Gold auflöst, aber für sich noch wenig bekannt ist.

Die Hydrobromsäure besteht aus:

Brom	1	Atom	= 75,76	—	98,69
Wasserstoff	1	„	1,00	—	1,31.
			76,76		100.

Fünfter Abschnitt.

Von den Salzbasen. (*Bases salifiables.*)

Die Salzbasen, deren zusammengesetzte Natur uns erst seit Anfang dieses Jahrhunderts zum Theil bekannt wurde, und zwar zu jener für die Chemie merkwürdigen Epoche, als Davy das Kali und Natron vermittelst der Voltaischen Säule zerlegte, machen eine eigene Classe von Körpern aus.

Seit dieser wichtigen Entdeckung Davy's sind zwar noch einige andere Salzbasen in ihre Bestandtheile zerlegt worden, deren Grundlagen, wenn sie von dem mit ihnen verbundenen Sauerstoff getrennt sind, verschiedene Eigenschaften besitzen, welche mit denen der Metalle eine auffallende Analogie haben. Diese reducirten oder ihres Sauerstoffs beraubten Salzbasen wurden von den meisten Chemikern den übrigen Metallen angereiht, ein Verfahren, welches allerdings vollkommen consequent genannt zu werden verdient. Allein da sich diese reducirten Grundlagen durch ein geringeres specifisches Gewicht auszeichnen und durch viele andere Eigenschaften von den älteren Metallen, und mit Sauerstoff verbunden, als Salzbasen, sich durch die Alkalinität, welche die Mehrzahl von ihnen besitzt, und durch ihre Farblosigkeit von den übrigen Metalloxyden wesentlich unterscheiden; da sie ferner als oxydirte Körper nicht nur allgemein bekannt sind, sondern auch seit einer langen Reihe von Jahren als solche benutzt wurden, während die Grundlagen der meisten von ihnen schwierig darzustellen sind, und nicht immer die den Metallen angehörenden Eigenschaften besitzen, wie diefs mit dem Silicium und mit der Basis des Ammoniums der Fall ist, so habe ich es vorgezogen, — sie von den Metallen zu trennen, und sie in einem besondern Abschnitte abzuhandeln, wobei auch noch zu berücksichtigen kommt, dafs das Studium des angehenden Chemikers durch diese einfachere Darstellung viel erleichtert wird.

Diese Salzbasen, mit Ausnahme des Ammoniums, können als verbrannte Körper, d. h. als Verbindungen einer eigenthümlichen Substanz mit Sauerstoff betrachtet werden.

Die meisten von ihnen besitzen die Eigenschaft, sich mit den Säuren zu verbinden, ohne sie zu zersetzen; doch stumpfen sie dieselben ab und verlieren bei dieser Vereinigung ihre charakteristischen Eigenschaften.

Die gröfsere Anzahl der Salzbasen ist alkalisch, d. h. sie haben einen eigenthümlichen kaustischen Geschmack, färben verschiedene blaue Pflanzenpigmente grün, wie z. B. die blauen Blumen und den Rothkohl; verschiedene gelbe Pigmente aber färben sie braun, als z. B. die Curcuma, Rhabarber etc.

Man kann die Salzbasen in drei Classen eintheilen.

Die erste Classe enthält die eigenthümlichen Erden, nämlich: Kieselerde, Thonerde, Zirconerde, Beryllerde, Yttererde und Thorinerde.

Zu der zweiten Classe werden die alkalischen Erden gerechnet, als Bittererde, Kalkerde, Strontianerde und Baryterde.

Die dritte Classe umfafst die Alkalien selbst, als: Kali, Natron, Lythion und Ammonium.

A. Erste Classe.

Die eigentlichen Erden.

In früheren Zeiten kannte man nur Eine Gattung Erde, nämlich die Elementarerde. Der Begriff derselben ist in neuern Zeiten ganz verschwunden, und man unterscheidet statt derselben gegenwärtig verschiedene Gattungen Erden, worunter sich aber nur zwei befinden, welche seit den ältesten Zeiten bekannt sind, und einen beträchtlichen Theil der festen Masse unseres Erdkörpers ausmachen, nämlich: die Kieselerde und die Thonerde.

Die vier übrigen kommen nur selten und in geringen Quantitäten vor; die Kenntnifs ihrer Existenz ist die Frucht neuerer Entdeckungen, welche aus den Resultaten der Analysen einiger Mineralkörper hervorgegangen sind.

Die Erden in ihrem reinen Zustande sind weiſs, bei dem Feuer unserer Windöfen unveränderlich und unschmelzbar. Sie haben keinen Geschmack und sind unauflöslich im Wasser. Ihr specifisches Gewicht zum Wasser ist gewöhnlich 2,; nur bei einigen geht es über 4 hinaus.

1) *Kieselerde.* (*Silice.*)

Die Kieselerde ist in groſser Menge auf dem Erdboden vorhanden und macht den beträchtlichsten Bestandtheil unserer Erdrinde aus.

Sie kommt in vielen Mineralkörpern mehr oder weniger rein vor, als z. B. im Bergkrystall, im Milchquarz, im weiſsen Fluſssand, im Feuerstein, Achat, Chalcedon, mit Wasser verbunden im Opal etc.; überhaupt macht sie im ganzen Kieselgeschlecht den Hauptbestandtheil aus.

In einigen Mineralwassern ist sie aufgelöst, am beträchtlichsten in dem heiſsen Wasser von Reikum und in dem des Geisers in Island.

In geringer Menge in den Pflanzen, wie: im Equisetum, in den Gras- und Holzknoten, im Tabasheer etc.

Um sie rein darzustellen, glüht man in einem hessischen Tiegel 1 Theil feingeriebenen Quarz oder Quarzsand mit 3 bis 4 Theilen basischem kohlensaurem Kali. Die geschmolzene Masse wird in verdünnter Hydrochlorsäure aufgelöst, die filtrirte Flüssigkeit bis zur Trockne abgeraucht und wieder mit heiſsem Wasser, welches eine geringe Quantität Hydrochlorsäure enthält, übergossen, worauf alsdann die Kieselerde unaufgelöst zurückbleibt. Sie wird zu wiederhohlten Malen mit vielem Wasser gewaschen, getrocknet und geglüht.

Eigenschaften der Kieselerde.

Sie ist ein weiſses rauh anzufühlendes Pulver, welches zwischen den Zähnen knirscht.

Specifisches Gewicht 2,660, hat weder Geruch noch Geschmack und verändert die Pflanzenfarben nicht. Sie ist feuerfest und in unseren Oefen unschmelzbar; am Newmannischen Löthrohr aber und an der Flamme einer

Weingeistlampe, auf welche Sauerstoffgas geblasen wird, ist sie verglasbar. *)

Wenn sie stark geglüht ist, löst sie sich in keiner Säure mit Ausnahme der Flufssäure auf. Im frisch ausgeschiedenen und ungeglühten Zustande aber löst sie sich in Hydrochlorsäure auf, doch scheidet sie sich beim Abrauchen als eine durchscheinende Gallerte wieder davon ab, und bildet defshalb mit den Säuren keine trocknen Salze. Durch Glühen kann das in der Gallerte zurückgehaltene Wasser getrennt werden.

Obgleich die Kieselerde häufig in der Natur krystallisirt vorkommt, so ist es doch bis jetzt der Chemie noch nicht gelungen, sie in regelmäfsiger Krystallform darzustellen. Im Wasser können wir nur in dem Falle etwas Kieselerde auflösen, wenn flufssaure Kieselerde durch Wasser zersetzt wird.

Sie bildet mit dem Wasser keinen Teig, sondern dasselbe filtrirt schnell durch eine Schicht von Kieselerde.

Die Kieselerde ist auch wohl, obgleich sie weder Lacmustinctur röthet, noch einen sauren Geschmack hat, sondern blofs defshalb, weil sie im Stande ist, einige Basen zu neutralisiren, Kieselsäure, und ihre Verbindungen Silicate genannt worden.

Sie besteht aus:

Silicium	1	Atom	8	50
Sauerstoff	1	—	8	50
			16	100.

Anwendung der Kieselerde.

Als Sand zum Filtriren und Reinigen der trüben Flüssigkeiten. Mit Alkalien zur Bereitung des Glases, mit Kalk

---

*) Unter gewissen Umständen kann sich die Kieselerde verflüchtigen; beim anhaltenden Schmelzen des Gufseisens findet man zuweilen in dem oberen Theile der Hochöfen weifse asbestartige Fäden, welche sich nach Vauquelin wie reine Kieselerde verhalten. Vauquelin ist der Meinung, dafs sich das Silicium im Gufseisen sublimirt, aber dann erst bei der hohen Temperatur oxydirt und in Kieselerde umgewandelt wird.

zum Mörtel, mit Thonerde zu Töpferwaare, Porzellan und zu Bausteinen. Der geschliffene Quarz zu Kronleuchtern und andern Schmuck- und Luxuswaaren.

Reduction der Kieselerde.

Wenn man Kieselerde mit Kohle und Eisen heftig glüht, so erhält man nach Strohmeyer und Boussingault einen spröden Fluſs, welcher eine Verbindung der durch die Kohle reducirten Kieselerde oder des Siliciums mit Eisen ist.

Berzelius hat das Silicium zuerst auf folgende Weise dargestellt.

Man schichtet ganz trocknes fluorsaures Kiesel-Kali in einer unten zugeschmolzenen Glasröhre mit Kalium und erhitzt die Röhre an der Weingeistlampe. Noch vor dem Glühen wird das Silicium reducirt. Alsdann wird die Masse durch kaltes und kochendes Wasser gereinigt und der Rückstand getrocknet. Um das Wasser davon zu entfernen, wird er in einem Tiegel erhitzt, und die etwa darin enthaltene Kieselerde wird durch Fluſssäure aufgelöst.

Sefström hat beobachtet, daſs sich die Kieselerde in seinem von ihm angewendeten Gebläseofen im Kohlentiegel durch Schwefelwasserstoffgas zu Schwefel-Silicium reduciren läſst. Letzteres verfliegt, und wo es verbrennt, erzeugt es die sublimirte Kieselerde, welche man zuweilen aus den Hochöfen erhält.

Eigenschaften des Siliciums nach Berzelius.

Es ist eine matte, dunkelnuſsbraune, leicht zerreibliche, pulverige Masse, färbt stark ab, nimmt mit dem Polirstahl gerieben keinen Metallglanz an, ist Nichtleiter der Elektricität, gehört also zu den nichtmetallischen Körpern, und steht dem Boron nahe; ist unverbrennlich selbst im Sauerstoffgas.

Wasser, Salpetersäure und Königswasser greifen es nicht an. Fluſssäure löst etwas davon auf, besonders wenn Salpetersäure zugesetzt wird; Salpeter wird nur in heftiger Hitze davon zersetzt; mit kohlensaurem Kali verpufft es

aber bei schwacher Rothglühhitze, wobei sich Kohlenoxydgas entwickelt und Kohle ausscheidet.

Eben so verpufft es auch mit den Hydraten der fixen Alkalien noch unter der Glühhitze.

Läſst man Schwefeldampf über rothglühendes Silicium streichen, so wird es sogleich weiſsglühend.

Die Verbindung des Siliciums mit Schwefel ist eine erdige Masse, welche das Wasser mit Heftigkeit zersetzt. Das Wasser löst Kieselerde auf, und es entwickelt dabei hydrothionsaures Gas.

Man kann auf diese Weise eine sehr concentrirte Lösung der Kieselerde in Wasser erhalten. Mit Chlorgas erhitzt, verbrennt das Silicium heftig, und es entsteht dadurch Chlorsilicium, eine farblose, tropfbare, sehr flüchtige Flüssigkeit von erstickendem, dem Cyan ähnlichen Geruch, leichter als Wasser, löst sich in demselben auf, und wird davon zerlegt.

---

2) *Thonerde. Alaunerde.* (*Alumine.*)

Die Thonerde auch wohl Alaunerde genannt, weil sie einen Bestandtheil des Alauns ausmacht, wurde zuerst von Margraf im Jahr 1754 als eine eigenthümliche Erde aufgestellt.

Am reinsten kommt sie in der Natur vor im Saphir, im Rubin und im Corund, drei der härtesten Mineralien nach dem Diamant.

Mit andern Substanzen verbunden, ist sie sehr häufig verbreitet im Granit, Feldspath, Basalt, in den Thon- und Bolusarten etc.

Darstellung der Thonerde.

Man löst einen Theil reinen eisenfreien Alaun in zwanzig Theilen kochendem Wasser auf und setzt so lange Ammonium hinzu, bis die Flüssigkeit schwach ammonikalisch ist. Das Ammonium verbindet sich mit der Schwefelsäure des Alauns zu einem auflöslichen Salze und die Thonerde wird als ein weiſser Niederschlag abgeschieden. Sie muſs in

in hohen Cylindergläsern mit vielem Wasser so oft gewaschen werden, bis die abgegossene Flüssigkeit von salzsaurem Baryt nicht mehr getrübt wird.

Berzelius schlägt vor, die Alaunauflösung durch überschüssiges kohlensaures Kali zu zersetzen und den Niederschlag noch mit kohlensaurem Kali zu digeriren, um die etwa mit niedergefallene basische schwefelsaure Thonerde zu zersetzen; alsdann wird die hinreichend gewaschene Thonerde in Salzsäure aufgelöst und die klare Flüssigkeit wie oben mit Ammonium im Ueberschufs versetzt.

Die gehörig gewaschene Thonerde wird getrocknet und geglüht. Aus hundert Theilen Alaun erhält man etwa 10⅓ Thonerde.

Eigenschaften der Thonerde.

Ein weifses lockeres Pulver ohne Geruch und ohne Geschmack, fettig anzufühlen und hängt sich an die Zunge. Die in der Natur vorkommenden Thonarten geben beim Anhauchen den eigenthümlichen Thongeruch. In den Windöfen für sich unschmelzbar, verwandelt sich aber in ein farbloses Glas, wenn sie an der Weingeistflamme mit Sauerstoffgas geblasen wird.

Ihr specifisches Gewicht ist 2,0 *)

Obgleich sie im Wasser unauflöslich ist, so hat sie doch eine grofse Verwandtschaft zum Wasser und verbindet sich mit ihm. Die ungeglühte Thonerde absorbirt das Wasser in beträchtlicher Quantität und bildet damit einen knetbaren Teig. Auf dieser Eigenschaft beruht ihr wohlthätiger Einflufs auf die Ackererde, indem sie das Wasser nicht durchfiltriren läfst, sondern lange an sich hält.

Das Hydrat der Thonerde bekommt beim langsamen Trocknen Risse und verwandelt sich in eine durchscheinende Masse, enthält 35 p. c. Wasser, welches durch Glühen daraus entfernt werden kann, wodurch die Masse an

*) Die nach einem heftigen Glühen zusammengebackene Masse soll nach Royer und Dumas ein specifisches Gewicht von 4,152 bei 4° im luftleeren Raume haben.

Umfang sehr abnimmt. Nach dem Glühen bildet sie mit dem Wasser keinen Teig mehr und löst sich alsdann auch schwieriger in den Säuren auf als zuvor.

Mit Kali und Natron und den meisten Erden verbindet sich zwar die Thonerde, ohne indessen beim Glühen Glas zu bilden. Die ungeglühte Thonerde löst sich in einer Kalilauge leicht auf.

Sie verbindet sich mit den organischen Pigmenten, woraus die Lackfarben entstehen.

Die auflöslichen Salze, welche die Thonerde mit den Säuren bildet, haben einen süſsen zusammenziehenden Geschmack.

Um die Thonerde von andern Erden zu unterscheiden, muſs sie in Schwefelsäure aufgelöst und mit einem Kalisalz versetzt werden, wodurch sich Alaunkrystalle bilden; ein noch besseres Verfahren ist, wenn man die Thonerde mit etwas salpetersaurem Kobalt befeuchtet und am Löthrohr erhitzt; es wird alsdann ein schönes blaues Pulver entstehen, eine Erscheinung, welche bei der reinen Kieselerde nicht statt findet.

Die mit Kieselerde verbundene Thonerde kommt in der Natur als weiſser, gelber oder grauer Thon vor, welcher mit Wasser eine zähe Masse bildet und auf der Drehbank geformt werden kann. Diese Thonarten werden gewöhnlich zur Bereitung des Porzellans, des Steinguts u. s. w. verwendet. Durch Brennen kann der Teig eine solche Härte annehmen, daſs er Glas ritzt und am Stahl Funken gibt.

Die Thonerde besteht aus:

Aluminium	1	Atom	9	52,94
Sauerstoff	1	—	8	47,06
			17	100.

Die Anwendung der Thonerde und des Thons ist sehr mannichfaltig, als: zur Bereitung des Alauns, zur Fabrication des Porzellans, des Steinguts, der Fayence, der verschiedenen Töpferwaaren, der Pfeifen, der Ziegel und Dachsteine. Der Thon ist unentbehrlich beim Modelliren, Cattundrucken, Färben, Walken etc. Zur Verbesserung des

Sandbodens, bei Construction der Dämme und Bassins, um das Durchdringen von Wasser zu verhüten. Zum fetten und magern Kitt.

Anwendung der Thonerde zur Bereitung des Porzellans und anderer ähnlicher Gegenstände bis zum Ziegelstein.

Ein Gemeng reiner Thonerde und reiner Kieselerde mit Wasser und etwas Feldspath zur Masse gebildet, gibt nach dem Brennen das Porzellan.

Die weiſse Porzellanerde, eine kieselhaltige Thonart, wird mit gepulvertem Quarz und etwas Feldspath oder Gyps vermengt. Mit Wasser angerührt, läſst man sie gerne mehrere Jahre stehen, wodurch das Gemeng sich inniger verbindet, und die darin enthaltenen organischen Stoffe zerstört werden. Dann wird die Masse geformt und gelinde gebrannt. Zum Glasiren wird die Masse zum zweiten Male mit einem Ueberzug von Feldspath und Gyps geglüht, welcher auf der Oberfläche verglast und die Glasur bildet.

Fayence oder unächtes Porzellan wird aus Pfeifenthon und Kieselerde gemacht, und ist völlig undurchsichtig. Die Glasur liegt wie in Blättchen auf der porösen Masse; sie besteht aus 1 Theil Sand, 2 Theil Glätte, $^3/_4$ Pottasche und etwas Zinnasche. Wedgewoods Steinporzellan hält das Mittel zwischen ächtem und unächtem Porzellan.

Steingut wird aus gemeinem Thon mit Quarzmehl verfertigt, ist ein gröberes Fayence, welches durch beigemengtes Eisenoxyd röthlich wird. Die für dasselbe gewöhnlich angewendete Glasur besteht aus Thon und Bleioxyd, welche mit Wasser zusammengerührt werden; die porösen Gefäſse werden in diese Flüssigkeit hineingetaucht, saugen das Wasser ein, das Pulver aber bleibt auf der Oberfläche und wird durch das Erhitzen verglast.

Wenn die Verhältnisse von Blei richtig getroffen und die Gegenstände hinreichend gebrannt sind, so ist das Blei der Glasur in Essig unauflöslich, und kann daher niemals die befürchteten Nachtheile einer Bleivergiftung hervorbringen.

Die Versuche, auf Steingut eine Glasur ohne Blei anzuwenden, sind bis jetzt fast alle wegen der zur Verglasung erforderlichen grofsen Hitze nicht glücklich ausgefallen.

Die Ziegelsteine werden aus gemeinem fein gestampften Thone verfertigt, mit Sand vermengt, geformt und gebrannt. Die rothe Farbe rührt von Eisenoxyd her. Nach einer Reihe von Jahren zerfallen sie an der feuchten Luft, wenn sie nicht durch Glasur oder durch Mörtel dagegen geschützt sind.

Die in der Gegend von München verfertigten Backsteine haben fast alle die nachtheilige Eigenschaft, nach einiger Zeit ein weifses Salz auswittern zu lassen, bestehend aus schwefelsaurem und kohlensaurem Natron.

Reduction der Thonerde.

Davy und Faraday hatten es schon versucht, die Thonerde zu reduciren; Ersterer, indem er über weifsglühende Thonerde Dämpfe von Kalium streichen liefs; und Letzterer, indem er Thonerde mit Kohle und Eisen heftig glühte; allein die erhaltenen Resultate waren nicht ganz befriedigend.

Mit Erfolg wurde die Reduction der Thonerde theils von Oerstedt und zuletzt von Wöhler bewerkstelligt, und zwar ebenfalls durch Kalium. Zu dem Ende wurde nach Wöhler die aus einer kochenden Alaunauflösung durch kohlensaures Kali niedergeschlagene und getrocknete Thonerde im Zustand des Hydrats mit Kohlenstaub, Zucker und Oel zu einem dicken Teig vermengt und in einem Tiegel geglüht, bis alles Organische zerstört war. Die noch heifse schwarze Masse wurde in eine auf einem Ofen liegende Porzellanröhre gebracht, welche an der einen Seite geschmolzenen salzsauren Kalk enthielt. An der anderen Seite der Porzellanröhre befand sich ein tubulirter mit gekrümmter Glasröhre versehener leerer Ballon. Sobald die Porzellanröhre ins Glühen gebracht war, liefs man durch den salzsauren Kalk einen Strom von Chlorgas auf die Thonerde streichen. Das sich entwickelnde und in die Porzellanröhre getretene Chlorgas wurde durch die rothglühende Masse

lange absorbirt, und es bildete sich im Ballon pulverichtes Thonchlorid, wovon auch die Porzellanröhre angefüllt war.

In einen Porzellantiegel wurden einige Stücke Kalium gebracht, und eine demselben an Volumen gleiche Quantität Thonchlorid darüber; nun wurde der bedeckte Tiegel anfangs langsam erwärmt. Nach dem Glühen blieb eine graue alkalische Masse zurück. Der erkaltete Tiegel wurde in ein grofses Glas Wasser getaucht, wodurch die salinische Masse sich auflöste und das Aluminium zurückblieb. Nachdem dieses gewaschen und getrocknet war, hatte es folgende Eigenschaften:

Graues Pulver dem Platin ähnlich, nimmt durch Reiben einen zinnweifsen metallischen Glanz an. Durch heftiges Glühen in einem offenen Tiegel verbrennt es mit Flamme und wird in weifse Thonerde verwandelt.

Wird auf starkglühendes Aluminium Schwefel gebracht, so geht die Vereinigung unter sehr lebhaftem Erglühen vor sich, woraus eine schwarze halbmetallische Masse, das Schwefelaluminium entsteht.

---

3) *Zirconerde. Zircone.*

Die Zirconerde wurde 1789 von Klaproth in dem Zircon von Ceylon entdeckt und später in dem Hyacinth von Expailly in Frankreich und im Eudiolith aus Grönland gefunden; in der Natur kommt sie nur selten vor.

Darstellung der Zirconerde.

Nachdem einem feinen Pulver von Zircon ein Theil Eisenoxyd durch Digeriren mit Salzsäure entzogen ist, wird es mit zwei Theilen Kalihydrat in einem silbernen Tiegel gelinde geschmolzen. Die erkaltete Masse wird mit heifsem Wasser ausgezogen, wodurch ein grofser Theil Kieselerde davon getrennt wird, und der unauflösliche Rückstand, welcher Zirconerde-Kali mit wenig Kieselerde und Eisenoxyd enthält, wird in verdünnter Salzsäure aufgelöst alsdann mit Wasser verdünnt und eine Viertelstunde lang gekocht, wodurch eisenfreie Zirconerde niederfällt.

Die getrocknete und geglühte Zirconerde ist ein weifses rauh anzufühlendes Pulver, das Glas ritzend. Ihr specifisches Gewicht ist 4,3. Unschmelzbar, und unauflöslich im Wasser.

Wenn sie frisch niedergeschlagen ist, enthält sie Wasser, und stellt eine voluminöse gallertartige Masse dar, welche beim Eintrocknen gelblich, durchscheinend und gummiartig wird.

Von der Kieselerde und Thonerde unterscheidet sich die frischgefällte Zirconerde dadurch, dafs sie sich in einem Ueberschufs von Kali nicht wieder auflöst.

Die Zirconerde besteht aus:

Zirconium	1	Atom	22,4	73,68
Sauerstoff	1	—	8	26,32
			30,4	100

Reduction der Zirconerde.

Davy und vorzüglich Berzelius haben das Zirconium dargestellt. Letzterer bediente sich dazu des Zircon- und Kali-Fluats schichtweise mit Kalium in einer eisernen oder gläsernen Röhre erhitzt. Aus der durch Wasser aufgeweichten Masse scheidet sich das Zirconium ab, wird hierauf ferner mit verdünnter Salzsäure digerirt, dann aber mit Salmiakwasser uud zuletzt mit Weingeist gewaschen. (Durch Waschen mit Wasser würde das feinzertheilte Zirconium mit dem Wasser durch das Filtrum gehen.)

Das reducirte Zirconium ist ein schwarzes Pulver, was sich mit dem Polirstahl zu grauen Schuppen von einigem Metallglanze zusammendrücken läfst. Die Schuppen leiten jedoch die Elektricität nicht, auch kann es mit Wasser gekocht werden, ohne sich zu oxydiren.

---

4) *Beryllerde. Süfserde. (Glucine.)*

Die Beryllerde wurde 1797 von Vauquelin im Smaragd und im Beryll entdeckt und ist später noch im Euklas angetroffen worden. *)

*) Vauquelin hatte ihr den Namen Glucine oder Süfserde ge-

Darstellung. Der feingeriebene Beryll von Limoges, bestehend aus 13 p. c. Beryllerde, mit Kiesel- und Thonerde verbunden, wird mit drei Theilen kohlensaurem Kali in einem Platintiegel geschmolzen, in verdünnter Salzsäure aufgelöst, die Flüssigkeit bis zur Trockne abgeraucht und wieder im Wasser aufgelöst, wodurch die Kieselerde abgeschieden wird.

Die abgegossene Flüssigkeit enthält die Thonerde und Beryllerde, mit Salzsäure verbunden. Beide Erden werden durch einen Zusatz von Ammonium daraus niedergeschlagen, und der gut ausgewaschene, aber nicht getrocknete Niederschlag wird mit kohlensaurem Ammonium macerirt, welches die Beryllerde wieder auflöst, die Thonerde aber unaufgelöst zurückläſst.

Wird die Flüssigkeit des kohlensauren Ammoniums aufgekocht, so fällt die Beryllerde zu Boden, welche nun nach dem Glühen als ganz rein zu betrachten ist.

Eigenschaften. Ein weiſses zartes Pulver, stark an der Zunge hängend, unschmelzbar. Ihr specifisches Gewicht ist 2,967. Im Wasser löst sie sich zwar nicht auf, macht aber damit einen Teig, welcher wohl einigen Zusammenhang, aber keine Bildsamkeit hat.

Sie wird wie die Thonerde von den ätzenden Alkalien aufgelöst, unterscheidet sich aber von der Thonerde dadurch, daſs sie in kohlensauren Alkalien und vorzüglich in kohlensaurem Ammonium sehr auflöslich ist; übrigens unterscheidet sie sich von der Thonerde noch dadurch, daſs sie mit Schwefelsäure und Kali keinen Alaun gibt, und daſs sie mit salpetersaurem Kobalt geglüht, nicht blau wird.

Die Versuche von Davy, Stromeyer, Berzelius und Wöhler, die Beryllerde durch Kalium, durch Kohle und Eisen u. s. w. zu reduciren, haben noch kein ganz genügendes Resultat gegeben. Das aus wasserfreien Chor-

---

geben, weil ihre Salze einen süſsen Geschmack haben (von γλυκυς süſs.) Da aber Yttererde, Bleioxyd und einige andere Basen auch süſse Salze geben, so ist die Benennung Beryllerde vorzuziehen.

beryllium vermittelst Kalium reducirte Beryllium ist nach **Wöhler** ein strengflüssiges graues Pulver, welches mit dem Polirstahl einigen Glanz annimmt.

Nach einer Berechnung würde die Beryllerde zusammengesetzt seyn aus:

Beryllium	1	Atom	17,7	68,87
Sauerstoff	1	—	8	31,13
			25,7	100.

---

5) *Yttererde. (Yttria. Gadoline.)*

Die Yttererde wurde 1794 von **Gadolin** im Ytterit oder Gadolinit entdeckt. Diese so selten vorkommende Erde ist später noch im Ytterotantalit, im Ytterocerit im Orthit und im Pyrorthit gefunden worden.

Um die Erde darzustellen, wird der gepulverte Ytterit in Königswasser aufgelöst und die Flüssigkeit bis zur Trockne abgeraucht, wo durch das Wiederauflösen die Kieselerde abgeschieden wird. In die Flüssigkeit wird krystallisirtes schwefelsaures Kali gebracht, wodurch sich ein Doppelsalz von schwefelsaurem Kali und Ceroxydul absetzt. Die filtrirte Flüssigkeit wird mit Ammonium gefällt, und der Niederschlag mit kohlensaurem Ammonium macerirt, dieses löst die Yttererde daraus auf, welche letztere nun durch Aufkochen der Flüssigkeit davon wieder abgeschieden werden kann.

Eigenschaften der Yttererde.

Ein weifses feines Pulver oft gelb, was wahrscheinlich von etwas Cerium herrührt. Unschmelzbar. Ihr specifisches Gewicht ist 4,842. Mit wenig Schwefelsäure verbunden erscheint sie immer weifs. Ist in ätzenden Alkalien unauflöslich, in kohlensaurem Ammonium aber löslich.

Von der Beryllerde unterscheidet sie sich dadurch, dafs sie von blausaurem Eisenkali gefällt wird. Mit der Schwefelsäure gibt sie amethystfarbene Krystalle von süfsem Geschmack, welche an der trocknen Luft verwittern und sich langsam in Wasser auflösen.

Von Wöhler wurde sie aus dem Chlor-Yttrium durch Kalium reducirt. Das Yttrium erscheint in schwarzen metallglänzenden Schuppen, welche unter dem Polirstahl einen dunkeln Glanz annehmen, gleichwie das Aluminium. Bei der Glühhitze verbrennen die Schuppen in Sauerstoffgas mit blendendem Lichte und lösen sich in verdünnten Säuren mit Entwickelung von Wasserstoffgas auf.

Die Yttererde besteht aus:

Yttrium	1	Atom	32	80
Sauerstoff	1	—	8	20
			40	100.

6) Thorinerde.

Die früher von Berzelius entdeckte Thorinerde (benannt nach der alten scandinavischen Gottheit Thor) wurde bald darauf von ihm selbst für phosphorsaure Yttererde erkannt.

In der neueren Zeit entdeckte er aber in einem Mineral von Brevig in Norwegen eine andre Erde, welche er abermals mit dem Namen Thor belegte. Sie ist in dem genannten Mineral mit Kalk, Kieselerde, Magnesia, Eisen-, Mangan-, Uranoxyd etc. verbunden. Wird das Fossil in Salzsäure aufgelöst und die Flüssigkeit abgeraucht, so scheidet sich die Kieselerde ab, und aus der salzsauren Auflösung wird die Thorinerde durch Ammonium niedergeschlagen.

Die Erde ist weifs und hat ein grofses specifisches Gewicht, ist unschmelzbar vor dem Löthrohr und hat mit der Zircon- und Yttererde gemein, dafs sie in ätzendem Kali unauflöslich ist, nur in der erhitzten concentrirten Schwefelsäure löst sie sich auf.

Das aus dem Thoriumchlorid reducirte Thorium ist eisengrau, metallisch glänzend wie das Aluminium, und wird vom Wasser nicht oxydirt; an der Luft erhitzt verbrennt es aber mit einem aufserordentlichen Glanze zu Thorinerde, wobei sich 744,9 Thorium mit 100 Sauerstoff verbinden.

B. Zweite Classe.

Alkalische Erden. (*Terres alcalines.*)

Die alkalischen Erden unterscheiden sich von den eigentlichen Erden dadurch, daſs sie mehr oder weniger in Wasser auflöslich sind, daſs sie einen eigenthümlichen Geschmack haben, daſs sie die blauen Blumen grün und die Curcuma braun färben und daſs sie mit Phosphor und Schwefel Verbindungen eingehen.

1) *Magnesia. Bittererde.* (*Magnesie.*)

Die Magnesia oder Talkerde wurde im Anfange des vorigen Jahrhunderts zu Rom unter dem Namen Pulver des Grafen Palma als ein Specificum ausgegeben, und wurde bald darauf auch in Deutschland als Arzneimittel, jedoch ohne die Bestandtheile desselben zu kennen, aufgenommen. Von Friedr. Hofmann, von Valentini und von Slevogt wurde sie zwar aus ihren Verbindungen dargestellt, aber Black trennte sie zuerst aus dem englischen Bittersalz und zeigte 1755, daſs sie nicht mit der Kalkerde zu verwechseln, sondern eine eigenthümliche Erde sey.

Die Magnesia kommt in der Natur mit verschiedenen Säuren verbunden vor, als: mit Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Boraxsäure etc. oder mit Wasser und mit andern Erden vereinigt, als: im Talk, im Serpentin, Hornblende, Asbest etc.

Darstellung. Am häufigsten wird sie aus dem sogenannten englischen Bittersalz, worin sie mit Schwefelsäure, und aus der Mutterlauge der Salzsoolen, wo sie mit Salzsäure verbunden ist, abgeschieden. Zu diesem Zwecke wird ein Theil schwefelsaure Magnesia in sechs Theilen kochendem Wasser aufgelöst und mit einer ebenfalls kochendheiſsen Auflösung aus einem Theil kohlensaurem Kali und vier Theilen Wasser bestehend, versetzt. Das Kali verbindet sich mit der Schwefelsäure zu einem auflöslichen Salze, und die Magnesia fällt mit Kohlensäure vereinigt zu Boden. Sie wird mit vielem Wasser gewaschen,

getrocknet und in einem Tiegel geglüht, wodurch das Wasser und die Kohlensäure ausgetrieben werden und wobei 44 p. c. reine Magnesia zurückbleiben.

Eigenschaften der Magnesia.

Ein weifses voluminöses Pulver. Ihr specifisches Gewicht ist 2,3. In unsern Windöfen ist sie für sich unschmelzbar, und vermindert die Schmelzbarkeit der andern Erden.

Mit Wasser verbindet sie sich zu einem festen Hydrat, was auch in der Natur in glänzenden Schuppen vorkommt. In kaltem Wasser ist sie auflöslicher als in kochendem. Sie löst sich in 5142 Theilen kaltem Wasser auf, und die Auflösung hat alkalische Eigenschaften, indem sie die Tinctur der Malvenblumen grün, und die des Fernambucs blau färbt.

Das künstliche Hydrat zieht Kohlensäure aus der Luft an, was mit der wasserfreien Magnesia nur in einem geringen Grade der Fall ist. In den kaustischen Alkalien löst sie sich keinesweges auf, wodurch sie sich von der Kiesel- und Thonerde unterscheidet.

Mit der Schwefelsäure und einigen andern Säuren bildet sie sehr auflösliche Salze von einem bitteren Geschmack, wefshalb sie Bittererde genannt wurde. Wird sie mit salpetersaurem Kobalt benetzt und das Gemeng in der Löthrohrflamme geglüht, so bleibt ein rosenrothes Pulver zurück.

Davy hat es versucht, die Magnesia vermittelst der Voltaischen Elektricität, Quecksilber und Kalium zu reduciren, woraus ein dunkelgraues metallisch glänzendes Häutchen entstanden ist.

Die Magnesia besteht aus:

Magnium	1	Atom	12	60
Sauerstoff	1	—	8	40
			20	100

Anwendung der Magnesia.

Als Arzneimittel zum innerlichen Gebrauch gegen Säure im Magen und als Gegenmittel bei Vergiftungen durch mineralische Säuren.

2) *Kalkerde. Kalk.* (*Chaux.*)

Die Kalkerde war schon in den ältesten Zeiten bekannt, und ist in so grofser Menge verbreitet, dafs sie etwa den achten Theil der Erdrinde bildet.

Sie wird in der Natur nicht rein angetroffen, sondern in Verbindung mit verschiedenen Säuren, als mit der Kohlensäure im Marmor, in der Kreide, im Kalkspath, im Kalkstein etc.; mit Schwefelsäure in den verschiedenen Gypsarten; mit Phosphorsäure, Boraxsäure, Scheelsäure etc.; und mit andern Erden in verschiedenen Mineralien und Gebirgsarten.

Darstellung. Aus allen den ebengenannten Verbindungen kann man sie rein und mit Vortheil nur aus dem kohlensauren Kalk gewinnen.

Um sich die Kalkerde chemisch rein zu verschaffen, glüht man weifsen Marmor in einem Tiegel, bis er mit verdünnter Salzsäure benetzt, nicht mehr aufbraust, alsdann wird er in einem verschlossenen, gegen den Zutritt der Luft wohlverwahrten Gefäfse aufbewahrt.

Da die Anwendung des Kalks im bürgerlichen Leben so vielfältig ist, so wird diese Operation im Grofsen in besonders hiezu construirten Kalköfen ausgeführt.

Die in der Natur vorkommenden Kalksteine werden durch Flammenfeuer von Holz so lange geglüht, bis das darin enthaltene Wasser und die Kohlensäure ausgetrieben sind. Wenn der Marmor oder der Kalkstein in einem bedeckten Tiegel oder in einer steinernen Retorte geglüht werden, so ist es sehr schwierig, die letzten Portionen Kohlensäure daraus zu verflüchtigen, und es ist hiezu eine viel gröfsere Hitze erforderlich, als wenn die Kalksteine im offenen Feuer zwischen Kohlen gebrannt werden.

Der in einem Tiegel fest eingestampfte und comprimirte kohlensaure Kalk schmilzt sogar nach Hall an dem Rande, und alsdann wird es fast unmöglich, alle Kohlensäure auszutreiben. Läfst man aber Wasserdämpfe, Luft oder einige andere Gasarten, welche auf den Kalk nicht direct einwirken, über den bis zum Glühen erhitzten Kalkstein streichen, so wird die Kohlensäure schnell und vollkommen daraus entwickelt. Diese Erscheinung läfst sich dadurch erklären, dafs das kohlensaure Gas mit Wasserdämpfen oder einer andern Gasart leichter entfernt wird, als wenn es von einer Schicht des nämlichen Gases bedeckt ist, welches durch seinen Druck der gänzlichen Entwickelung entgegenwirkt. Diese Bedingungen, das sich entwickelnde kohlensaure Gas leicht wegzuführen, werden in einem offenen Kalkofen durch das freie Hindurchstreichen der Luft erfüllt. Enthält daher der aus Marmor gewonnene Kalk noch etwas Kohlensäure, so benezt man ihn mit Wasser und glüht ihn in einem bedeckten Platintiegel, wodurch sich die letzten Antheile Kohlensäure zugleich mit den Wasserdämpfen verflüchtigen.

Der Kalkstein verliert in den Kalköfen etwa die Hälfte seines Gewichts und seines Umfanges; der im Grofsen gebrannte Kalk ist niemals chemisch rein, sondern enthält immer Kieselerde, Thonerde, auch wohl Spuren von Eisen- und Manganoxyden.

Wenn der Kalkstein über 20 bis 25 pCt. von diesen fremden Substanzen enthält, so wird er zum Kalkbrennen unbrauchbar oder gibt wenigstens einen schlechten Kalk.

Es ereignet sich zuweilen, dafs der in den Kalköfen bereitete Kalk bei einer zu grofsen Hitze todt gebrannt wird; das heifst, er verbindet sich mit der Kieselerde oder Thonerde und erleidet eine Art Verglasung, wodurch er weniger brauchbar wird und sich mit dem Wasser nicht mehr vollkommen löschen läfst. Man hat auch diese Erscheinung bei reinem Kalkspath wahrnehmen, und sie einer pyrochemischen Veränderung zuschreiben wollen, wovon die geglühte Phosphorsäure bisher das einzige Beispiel gibt.

Eigenschaften der Kalkerde.

Sie kommt vor in weifsen Stücken von unregelmäfsiger Gestalt, welche leicht zerreiblich sind. Ihr specifisches Gewicht ist 2,3, nach Royer und Dumas aber in luftleerem Raume 3,08.

In unseren Windöfen ist sie für sich unschmelzbar. Sie hat einen ätzenden alkalischen Geschmack, und wenn sie mit Wasser benetzt wird, so verbreitet sie einen eigenthümlichen Laugengeruch. Verändert die blaue Farbe der Veilchen in eine grüne, die der Curcuma wird davon braun, und die Hämatinauflösung blau.

An der Luft absorbiren die Kalkstücke Wasser und zerfallen nach und nach in ein weifses Pulver. Dieser durch die feuchte Luft zerfallene Kalk absorbirt auch Kohlensäure aus der Luft.

Wenn man auf ein Stück frisch gebrannten Kalk etwas Wasser giefst, so verschwindet dieses augenblicklich und dringt in den Kalk hinein; bald darauf erwärmt sich der Kalk, stöfst Wasserdämpfe aus, bekommt Risse, bläht sich auf, vermehrt um Vieles sein Volumen und zerfällt in ein weifses lockeres Pulver. Fügt man noch etwas Wasser hinzu, so wird es mit Geräusch absorbirt, indem sich ein Theil der Wasserdämpfe mit Schnelligkeit entwickelt und dadurch die Luft in Vibration versetzt. Hiebei wird Wärme frei, welche auf 300° C. geschätzt worden ist. Dieses Aufblähen und Zersprengen des Kalkes mufs den Wasserdämpfen, welche im Innern des Kalks entstehen, zugeschrieben werden. Aus dem Grunde wird der Kalk weniger vollkommen gelöscht, wenn sogleich eine grofse Quantität Wasser darauf gegossen wird, weil sich alsdann durch die gröfsere Menge Wasser weniger Dämpfe bilden können. Diesen durch etwas Wasser in Staub verwandelten Kalk nennt man gelöschten Kalk.

Das Wasser verbindet sich chemisch mit dem Kalk und geht in einen festen Zustand über, wodurch aller Wärmestoff, den es als flüssiges Wasser enthält, frei wird. Der Kalk verbindet sich mit dem vierten Theil seines Gewichts Was-

ser, und wird dadurch ein Hydrat, aus welchem das Wasser nicht bei einer Temperatur von 80° R., sondern nur bei der Glühhitze wieder ausgetrieben werden kann.

Wird das zerfallene Kalkhydrat mit so viel Wasser angerieben, daſs daraus eine mehr oder weniger dicke Flüssigkeit, worin die fein zertheilte Kalkerde schwebend erhalten wird, entsteht, so nennt man sie Kalkmilch oder Kalkbrei.

Das trockene Kalkhydrat besteht aus:

Kalk	1	Atom	28,5	76
Wasser	1	—	9	24
			37,5	100

Die Kalkerde löst sich in Wasser auf; wenn man daher Kalkhydrat in einer Flasche mit kaltem Wasser schüttelt und filtrirt, so erhält man eine mit Kalk gesättigte Flüssigkeit, das Kalkwasser.

Der Kalk ist in kaltem Wasser auflöslicher als in kochendem Wasser; ein Theil Kalk erfordert nach Philipps 656 Theile Wasser von 0; hingegen 752 Theile von 15° Temperatur und 1280 Theile kochendes Wasser, um aufgelöst zu werden.

Wenn man das bei 0 gesättigte Kalkwasser in einem Kolben bis zum Kochen erwärmt, so setzt sich Kalk in kleinen Krystallen ab.

Bringt man Kalkwasser in einer flachen Schale unter den Recipienten der Luftpumpe neben einem Gefäſs mit concentrirter Schwefelsäure, so verdampft das Wasser, und es bildet sich Kalkhydrat in durchsichtigen regelmäſsigen sechsseitigen Säulen, welche an der Luft durch das Anziehen der Kohlensäure undurchsichtig werden (Gay-Lussac).

Wenn man das Kalkwasser an die Luft stellt, so absorbirt es Kohlensäure, und überzieht sich bald mit einer Haut von kohlensaurem Kalk, welchen unsere Vorgänger Kalkrahm nannten; diese Rinde sinkt zu Boden, worauf sich wieder eine neue bildet, bis endlich aller im Wasser aufgelöste Kalk abgeschieden ist; aus diesem Grunde muſs das Kalkwasser in gut verschlossenen Gefäſsen aufbewahrt werden.

Der Geschmack des Kalkwassers ist scharf, auch wirkt es sehr alkalisch auf den Veilchensaft und auf das Curcumapapier.

Wenn man Kalkwasser mit Wasserstoff-Hyperoxyd vermengt, so fallen zarte Schüppchen nieder, welche nach Thenard Calcium-Hyperoxyd sind.

Die Kalkerde verbindet sich mit einigen einfachen Stoffen, namentlich mit Phosphor, Schwefel und Chlor.

Phosphor und Kalk.

Man erhitzt drei Theile fein geriebenen lebendigen Kalk bis zum Glühen in einem Tiegel, und bringt ihn dann schnell in einen andern Tiegel, auf dessen Boden sich ein Theil Phosphor befindet; man rührt die Masse schnell um, deckt den Tiegel zu und läſst ihn erkalten. Oder man leitet über glühenden Kalk in einer Glasröhre Phosphordämpfe; bei der Vereinigung findet Erglühen statt. Die Kalkerde wird hier zum Theil zersetzt, indem sich der Sauerstoff derselben mit einem Theil des Phosphors zu Phosphorsäure verbindet, woraus phosphorsaurer Kalk entsteht, und das auf diese Weise reducirte Calcium verbindet sich mit dem andern Theile des Phosphors zu Phosphor-Calcium.

Die durch das angegebene Verfahren hergestellte Verbindung ist braun und hat an der feuchten Luft einen Phosphorgeruch. Mit Wasser benetzt wird dieses zersetzt, und es entwickelt sich Phosphorwasserstoffgas, welches sich an der Luft entzündet, und in der angefeuchteten Masse bildet sich die von Dulong entdeckte unterphosphorige Säure.

Wird das Phosphorcalcium mit verdünnter Salzsäure übergossen, so entwickelt sich eine groſse Menge von Deutophosphorwasserstoffgas.

Schwefel und Kalk.

Der Schwefelkalk wird bereitet, wenn man ein Gemeng aus zwei Theilen lebendigem Kalk und ein Theil Schwefel in einem bedeckten Tiegel eine Stunde lang glüht. Der auf diese Weise erhaltene Schwefelkalk, *Hepar sulphuris calcareum*

reum oder Kalkschwefelleber genannt, enthält aufser dem Schwefelcalcium etwas schwefelsauren Kalk.

Das Schwefelcalcium ist ein weifsgraues unschmelzbares Pulver, wenn es ganz trocken ist, ohne Geruch und von einem hepatischen Geschmack. Im Wasser ist es nur wenig auflöslich, indem 1 Theil 500 Theile Wasser bedarf; die Auflösung ist farblos, alkalisch und hat einen hepatischen Geschmack. Das frisch bereitete trockene Schwefelcalcium leuchtet im Dunkeln und wurde ehemals Cantonsphosphor genannt.

Das Schwefelcalcium kann sich noch mit einer viel gröfseren Menge Schwefel verbinden. Auf trocknem Wege läfst sich indessen diese Verbindung nicht herstellen; wenn man aber ein Gemeng von 2 Theilen gelöschtem Kalk und 1 Theil Schwefel mit Wasser kocht, und die Flüssigkeit noch kochendheifs filtrirt, so erhält man eine dunkelgelbe Auflösung, woraus sich durch das Abkühlen gelbe Krystalle absetzen, welche nach Herschel das zweite Schwefelcalcium sind und 43,45 Krystallwasser enthalten. Die gelbe Auflösung enthält sehr viel Schwefel und wird wegen ihrer Alkalinität in Bleichereien statt der mehr kostspieligen Pottasche angewendet.

Kalk und Chlor.

Wenn man Chlorgas in ganz trocknem Kalk oder in kohlensaurem Kalk streichen läfst, so wird es nicht davon absorbirt, defshalb mufs der Kalk gelöscht oder als Hydrat angewendet werden, und unter diesen Umständen wird das Chlorgas in grofser Menge aufgenommen.

Nach den von Morin gemachten Beobachtungen ist es wichtig für den Fabricanten, dafs der zur Bereitung des Chlorkalks angewendete Kalk ein vollkommenes Hydrat sey. Morin hat nämlich gefunden, dafs wenn man den frisch gebrannten Kalk wiederholt ins Wasser taucht, bis dafs keine Absorption mehr statt findet, er gerade die Quantität Wasser, welche erfordert wird, um ihn in ein Hydrat zu verwandeln, aufgenommen habe, dafs er aber durch das Erhitzen desselben beinahe die Hälfte des aufgenommenen Wassers wieder

verliere. Man mufs defshalb die verdunstete Quantität Wasser wieder ersetzen, um ihn zum Aufnehmen des Chlors tauglich zu machen.

Das trockne Pulver des Kalkhydrats wird zu diesem Zwecke in grofse Gefäfse gebracht, welche unten einen doppelten, mit kleinen Oeffnungen versehenen Boden haben. Aus einer Retorte, welche ein Gemeng von Manganoxyd und Salzsäure enthält, wird Chlorgas entwickelt, wovon das Ende der Röhre unter den durchlöcherten Boden des mit Kalkhydrat angefüllten Gefäfses reicht. Das Chlorgas streicht nach und nach durch den Kalk in die Höhe und verbindet sich mit ihm, wobei eine beträchtliche Menge Wärme frei wird.

In England, wo der Chlorkalk sehr im Grofsen bereitet wird, leitet man das Chlorgas in besondere zu diesem Zwecke construirte kleine mit einander in Verbindung gesetzte Kammern, aus Backsteinen oder Kieselsteinen, die mit einem Kitt aus Pech, Harz und Gyps zusammengefügt werden. In diesen Kammern wird das Kalkhydrat in dünnen Schichten auf Fächern von hölzernen Tafeln oder steinernen Mulden vertheilt. Eine solche Kammer wurde zuerst von Ure in Glasgow errichtet.

Wenn das Chlorgas langsam durch das Kalkhydrat absorbirt wird, so bildet sich nach Welther nur reiner Chlorkalk, wenn aber die Temperatur sehr zunimmt, was bei einem schnellen Strom von Gas und bei einer dichten Kalkmasse statt findet, wo das Thermometer bis auf 119° C. steigt, so kann ein Drittheil des Chlorgases verloren gehen, indem sich nun Chlorcalcium und chlorsaurer Kalk bilden. Man mufs defshalb sehr abgekühltes Kalkhydrat anwenden, und die Operation im Winter oder wenigstens wo möglich an einem kalten Ort (im Sommer im Keller) vornehmen.

Der Chlorkalk ist ein trocknes weifses Pulver, bekannt unter dem Namen von Tennant's Bleichpulver.

Wird er allmählich und gelinde erwärmt, so entwickelt sich eine beträchtliche Menge Chlorgas, bei einer plötzli-

chen und starken Hitze entwickelt sich, aber viel Sauerstoffgas mit wenig Chlorgas vermengt.

Der Chlorkalk wird durch alle Säuren und selbst durch die Kohlensäure unter Entwickelung von Chlorgas zersetzt.

Aus der Luft zieht er Feuchtigkeit und Kohlensäure an; als ich 100 Gran frisch bereiteten Chlorkalk in den Keller stellte, war er nach acht Tagen eine breiartige Masse geworden, und hatte 50 pCt. an Gewicht zugenommen.

Wenn der basische Chlorkalk vollkommen rein ist, so enthält er nach Gay-Lussac in einem Pfund 100 Mafs Chlorgas condensirt.

Das Wasser löst den Chlorkalk, welcher stets basisch ist, nur zum Theil auf, wobei sich Kalk abscheidet, und die Flüssigkeit enthält neutralen Chlorkalk. Die Auflösung trübt sich bald an der Luft durch die Absorption des kohlensauren Gases, wobei sich kohlensaurer Kalk absetzt und Chlorgas entwickelt wird. Berzelius betrachtet die aufgelöste bleichende Flüssigkeit als chlorigsauren Kalk.

Anwendung des Chlorkalks.

Als Bleichmittel, indem die Auflösung desselben unter Zusatz einer Säure alle organischen Farben zerstört. Zur Entfuselung des Branntweins. Als Räucherungsmittel, um die Luft in den Krankenhäusern zu verbessern und sie von den Miasmen zu reinigen. Dazu stellt man ihn nur in dünnen Schichten an die Luft, wo durch die Absorption des kohlensauren Gases immer eine schwache Entwickelung von Chlorgas statt findet. In Anatomien, in Fisch- und Fleischbänken, um den durch Fäulnifs entstandenen Geruch zu zerstören. Bei syphilitischen Krebsgeschwüren, beim tollen Hundsbifs, um die Wunde damit zu waschen. Gegen Frostbeulen, Gangrene; als Zahnpulver gegen braungewordene Zähne mit rothen Corallen vermengt.

Innerlich gegen übelriechenden Athem als Zeltchen mit Zucker und Stärke.

Kalk und Basen.

Der Kalk verbindet sich mit Quarzsand und andern erdigen Substanzen, woraus durch Hülfe des Wassers der Mörtel entsteht. Der gebrannte Kalk wird nämlich mit Wasser und alsdann noch warm mit Sand vermengt; eine Masse, welche als Bindemittel für Backsteine in der Baukunst angewendet wird, und welche nach einiger Zeit eine beträchtliche Härte erreicht. Sechs bis sieben Theile Sand mit einem Theile Kalk und so wenig als möglich Wasser sind ein gutes Verhältniſs zum Luftmörtel. Ein Zusatz von einigen vulcanischen Producten, als: Traſs oder Puzzolane, eine Art Tufferde bei Puzzuolo gibt einen Mörtel, welcher dem Wasser gut widersteht, ebenso gebrannter Basalt und einige andere Stoffe.

Man kann dem Mörtel eine solche Härte ertheilen, daſs aus demselben künstliche Bausteine und lange Röhren zu Wasserleitungen verfertigt werden können.

Der Mörtel, oder eigentlich der Kitt für Wasserbehälter besteht aus 93 Theilen gebranntem Thon, und 7 Theilen Bleiglätte, beide in sehr feinem Pulver mit einander vermengt und mit Leinöl zu einem Teig gemacht, womit die vorher wohl angefeuchteten Stellen ausgestrichen werden.

Kalkerde und Säuren.

Die Kalkerde verbindet sich mit allen Säuren und hat die gröſste Verwandtschaft zur Kleesäure.

Zersetzung des Kalks.

Durch die Voltaische Säule kann der Kalk zerlegt werden; man feuchtet ihn zu diesem Ende mit Wasser zu einem steifen Teig an, legt diesen auf eine Platinplatte, drückt ein Grübchen hinein und füllt dieses mit Quecksilber; dann wird das Quecksilber und Platinblech mit der Säule in Verbindung gesetzt, bis das Quecksilber zu einem steifen Amalgam geworden. Das unter Petroleum gesammelte Calciumamalgam wird in einer kleinen Retorte erwärmt, um das Petroleum und das Quecksilber zu verflüchtigen, wo das

Calcium als ein fester weifser Körper von metallischem Glanze zurückbleibt (Davy). Die Kalkerde kann auch durch weifsglühendes Kalium zersetzt werden.

Die Kalkerde besteht aus:

Calcium	1	Atom	20,5	71,93
Sauerstoff	1	—	8	28,07
			28,5	100

Anwendung des Kalks.

In vielen Fabriken und Künsten. Von den Lohgerbern zum Aufschwellen und Enthaaren der Häute, von den Seifensiedern und Färbern. In den Zuckersiedereien. Zur Bereitung des kaustischen Kali, Natrons und Ammoniums. Als Baumaterial zum Mörtel, zum Weifsen etc.

3) *Baryterde.*

Schwererde, Schwerspatherde. *Terra ponderosa* (*Baryte*). Die Baryterde wurde 1774 von Scheele im Schwerspath entdeckt. Sie kommt am häufigsten mit Schwefelsäure im Schwerspath, seltener mit Kohlensäure im Witherit vor. Aufserdem befindet sie sich mit Erden vereinigt zu 18 pCt. im Harmotom oder Kreuzstein.

Darstellung. Ein Gemeng von sehr fein geriebenem Schwerspath 8 Theile, Kohlenpulver 1 Theil, Roggenmehl oder Harz 2 Theile wird in einem hessischen Tiegel zwei Stunden der stärksten Rothglühhitze ausgesetzt. Das Mehl oder Harz wird nur defswegen zugesetzt, weil es durch die Hitze geschmolzen mit der unschmelzbaren Kohle besser in die Masse eindringt und dadurch die Zersetzung befördert.

Die Kohle verbindet sich hier mit dem in der Schwefelsäure und dem Baryt enthaltenen Sauerstoffe zu Kohlenoxydgas und das auf diese Weise reducirte Barium vereinigt sich mit dem Schwefel aus der Schwefelsäure.

Die im Tiegel zurückbleibende Masse (Schwefelbarium) wird in kochendem Wasser aufgeweicht, und durch Salpetersäure schwach übersättigt; die noch heifs filtrirte Flüssigkeit wird zum Theil abgedampft, und der durch Abkühlen ent-

standene krystallisirte salpetersaure Baryt, wird alsdann in einem Porzellantiegel geglüht, bis die Salpetersäure vollkommen zerlegt ist, wo der reine Baryt zurückbleibt.

Die auf diese Weise erhaltene wasserfreie Baryterde oder das Bariumprotoxyd ist von grün bis grauer Farbe, porös und in der Rothglühhitze unschmelzbar. Spec. Gew. 4,000.

Wird der wasserfreie Baryt an die feuchte Luft gelegt, so zieht er das Wasser an und zerfällt bald zu einem weifsen Pulver, welches Kohlensäure anzieht; diefs ist das Hydrat, welches bei gelinder Hitze schmelzbar ist und nichts von seinem Wasser verliert. Es besteht aus:

Baryt	1	Atom	76,6	89,5
Wasser	1	—	9	10,5
			85,6	100.

Mit Wasser benetzt, erhitzt sich der reine Baryt wie der Kalk, und erfordert 200 Theile Wasser zu seiner Auflösung; raucht man die Auflösung bis auf ⅔ ab, so krystallisirt der Baryt beim Abkühlen, und man erhält das krystallisirte Hydrat.

Das Hydrat krystallisirt in sechsseitigen Prismen, welche 50 pCt. Wasser enthalten. Es hat einen scharfen ätzenden Geschmack und ist wie alle auflöslichen Barytverbindungen giftig.

Das krystallisirte Hydrat löst sich in 24 Theilen Wasser, und das geschmolzene Hydrat in 48 Theilen Wasser auf, und stellt das Barytwasser dar.

Das Barytwasser absorbirt schnell die Kohlensäure aus der Luft und bedeckt sich mit einer Haut von kohlensaurem Baryt.

In kochendem Wasser ist das Hydrat sehr auflöslich, und durch das Abkühlen der Flüssigkeit erhält man sehr grofse regelmäfsige Krystalle.

Mit Schwefel verbindet sich der Baryt, so wie auch mit dem Phosphor, und die Phänomene sind denen, welche beim Kalk angegeben wurden, ganz gleich.

Eben so ist sein Verhalten zum Chlor und Phosphor.

Aus der Auflösung des hydrothionsauren Schwefelbaryts in Wasser kann das krystallisirte Barythydrat rein dargestellt werden, wenn man die Auflösung so lange mit Kupferoxyd kocht, bis sie das essigsaure Blei nicht mehr schwarz färbt.

Viele Metalle und Metalloxyde entziehen zwar auch der Auflösung den Schwefel, aber das Kupferoxyd zerstört aufser-dem noch den Schwefelwasserstoff und kann defshalb angewendet werden, um den Baryt rein darzustellen.

Die Kieselerde verbindet sich durch das Schmelzen beim Rothglühen mit dem Baryt zu einem Glase, welches nach Döbereiner ein starkes Lichtbrechungsvermögen hat.

Die Thonerde wird vom Barytwasser aufgelöst.

Die Baryterde hat unter allen Stoffen die stärkste Verwandtschaft zur Schwefelsäure.

Der Baryt besteht aus:

Barium	1	Atom	68,6	89,56
Sauerstoff	1	—	8	10,44
			76,6	100.

Die Baryterde wird bei Analysen der kalihaltigen Fossilien und häufig als Reagens auf Schwefelsäure gebraucht.

Der Baryt kann sich mit einer gröfseren Menge Sauerstoff verbinden, woraus das Bariumdeutoxyd entsteht.

Das Deutoxyd des Bariums wird nach Thenard bereitet, indem man krystallisirten, gut getrockneten salpetersauren Baryt in einer Porzellanretorte gehörig glüht. Das hiedurch entstandene Protoxyd des Bariums oder der Baryt wird in nicht zu feinen Stücken zerstofsen, und in einem Kolben, welcher im Sandbade bis an den Hals mit Sand umhüllet ist, gebracht. Aus einer irdenen Retorte wird vermittelst Manganoxydpulver Sauerstoffgas durch Glühfeuer entwickelt. Diefs Gas wird zuerst in eine Flasche mit Kalilauge geleitet, um die erzeugte Kohlensäure abzutreten, und von da durch eine lange Glasröhre, welche geschmolzenen salzsauren Kalk enthält; von hier geht eine gekrümmte Glasröhre mit etwas weitem Durchmesser bis auf den Grund der im Kolben erhitzten Barytstücke. Der im Kolben erhitzte Baryt absorbirt zuletzt kein Gas mehr, und nun ist das Bariumdeutoxyd dargestellt.

Das Bariumdeutoxyd kann auch nach Quesneville noch dargestellt werden, wenn der trockne salpetersaure Baryt in einer Porzellanretorte so lange geglüht wird, als Salpetergas und Stickgas entweichen, oder bis zu dem Augenblick, wo Sauerstoffgas sich zu entwickeln anfängt, alsdann nimmt man die Retorte aus dem Feuer und läſst sie abkühlen. Der Rückstand in der Retorte ist das Barium-Hyper- oder Deutoxyd.

Es ist leichter schmelzbar als der Baryt und entwickelt bei einer heftigen Hitze Sauerstoffgas; eben so durch Vermengen mit heiſsem Wasser. In wässeriger Salzsäure löst es sich zu einem Barytsalze auf, während sein überschüssiger Sauerstoff an einen Theil des Wassers tritt und dieses in oxydirtes Wasser verwandelt, wie wir schon beim Artikel Wasser gesehen haben.

Der Baryt ist durch Davy wie der Kalk, vermittelst der Voltaischen Säule reducirt worden; auch kann diese Reduction durch Glühen des Baryts mit Kalium erzweckt werden. Das reducirte Barium hat eine dunkelgraue Farbe und wenig metallischen Glanz, zersetzt das Wasser unter Entwickelung von Wasserstoffgas und wird dadurch wieder in Baryt verwandelt.

4) *Strontianerde.* (*Strontiane.*)

Die Strontianerde wurde 1792 von Hope und Klaproth entdeckt. Sie befindet sich mit Kohlensäure im Strontianit, mit Schwefelsäure in Cölestin, und in geringer Menge mit kohlensaurem Kalk im Aragonit. Kommt selten in der Natur vor und immer nur mit diesen beiden Säuren, wie der Baryt.

Da der Strontianit selten ist, so wird die Erde gewöhnlich aus dem Cölestin oder schwefelsauren Strontian gezogen, und zwar durch Glühen mit Kohle auf die nämliche Weise, wie bei dem Baryt angegeben worden ist.

Die wasserfreie Strontianerde ist unschmelzbar, und verhält sich an der Luft wie der Baryt.

Mit Wasser benetzt, erhitzt sich die Strontianerde. Aus der kochenden Auflösung krystallisirt durchs Abkühlen das

Hydrat mit Krystallisationswasser. Die Krystalle sind Nadeln, oder vierseitige zusammengehäufte Tafeln, je nachdem die Auflösung verschieden gesättigt war, und mehr oder minder schnell abgekühlt wurde.

Die krystallisirte Strontianmasse löst sich in 52 Theilen kaltem Wasser auf, und in zwei Theilen kochendem.

Das Strontianwasser ist weniger ätzend als das Barytwasser. Im Platintiegel erhitzt verliert das krystallisirte Hydrat sein Krystallwasser, und schmilzt nun bei einer sehr hohen Temperatur, wobei es jedoch sein chemisch gebundenes Wasser nicht verliert, sondern Hydrat bleibt. Obgleich in der Löthrohrflamme unschmelzbar, gibt es doch derselben ein blendendes Licht.

Zum Phosphor, Schwefel, Chlor, zur Kiesel- und Thonerde verhält sich der Strontian wie der Baryt oder Kalk.

Die Strontianerde unterscheidet sich vom Baryt durch folgende Eigenschaften.

1) Der salzsaure Strontian wird vom Barytwasser zersetzt.

2) Die beiden Muriate sind in ihrer Krystallform und Auflöslichkeit im Wasser ganz verschieden.

3) Der Baryt ist giftig, der Strontian aber nicht.

4) Die Strontiansalze ertheilen der Flamme des Alkohols eine purpurrothe Farbe, was mit den Barytsalzen nicht der Fall ist.

5) Das sehr verdünnte Strontianwasser wird von der Schwefelsäure nicht niedergeschlagen, was mit einem sehr verdünnten Barytwasser stets der Fall ist.

6) Der Baryt unterscheidet sich auch noch dadurch vom Strontian, daſs, wenn man ihn mit einigen Tropfen concentrirter Schwefelsäure benetzt, er ins Glühen kommt, was mit dem Strontian nicht der Fall ist.

Das specifische Gewicht des Strontians ist etwas geringer als das des Baryts.

Der Strontian ist wie der Kalk von Davy reducirt worden. Das Strontium ist dem Barium an Farbe gleich, ductil, schwer schmelzbar.

Die Strontianerde besteht aus:

Strontium	1 Atom		44	84,6
Sauerstoff	1	—	8	15,4
			52	100.

Anwendung. Zur Herstellung aller Strontianverbindungen.

C. Dritte Classe.

Alkalien. (Alcalis.)

Man nannte ehemals die Alkalien auch Laugensalze, weil einige derselben gewöhnlich aus den Laugen oder Auflösungen der Asche erhalten wurden. Sie besitzen diejenigen alkalischen Eigenschaften, welche wir bei den alkalischen Erden wahrgenommen haben im höchsten Grad und haben in so fern eine höhere basische Natur als jene Erden.

Sie sind sehr ätzend und von einem sehr brennenden Geschmack; haben eine grofse Verwandtschaft zum Wasser, so wie zu den Säuren und bilden mit allen Säuren auflösliche Salze.

Die meisten thierischen Stoffe werden von ihnen aufgelöst und zerstört. Wir kennen gegenwärtig vier Alkalien, nämlich, Kali, Natron, Lythion und Ammonium.

Das Kali und das Natron wurden ehedem fixe Alkalien genannt, nicht weil sie absolut feuerfest oder fix sind; denn sie verflüchtigen sich auch bei der Glühhitze, sondern nur vergleichsweise hinsichtlich des Ammoniums, welches sehr flüchtig ist, und schon bei der gewöhnlichen Temperatur eine permanente Gasart bildet, welche man unter dem Namen flüchtiges Alkali kennt.

Die in der zweiten Classe abgehandelten alkalischen Erden sind, wie wir gesehen haben, auch etwas auflöslich im Wasser, färben den Veilchensaft grün, und besitzen überhaupt einige alkalische Eigenschaften, wefshalb diese Erden namentlich die Kalk-, Baryt- und Strontianerde auch von

einigen Chemikern als Alkalien selbst betrachtet wurden; wir haben aber vorgezogen, sie unter die alkalichen Erden zu rechnen, und zwar aus dem Grunde, weil sie sich von den Alkalien durch folgende Eigenschaften unterscheiden:

1) Sind sie viel weniger auflöslich im Wasser als die Alkalien und fast ganz unauflöslich in Alkohol.

2) Bilden sie mit den fetten Oelen keine auflöslichen Seifen.

3) Ihre Verbindungen mit den Säuren, ausgenommen mit der Salpeter- und Salzsäure, sind gröſstentheils in Wasser unauflöslich, wohingegen alle alkalischen Salze selbst die kohlensauren sich in Wasser leicht auflösen.

---

1. Kali.

Vegetabilisches Kali, (*Alcali vegetabile*), Pflanzenlaugensalz. (*Potasse* oder *oxyde de potassium.*)

Das Kali oder die Pottasche befindet sich in der Asche aller Pflanzen; die Araber zogen es aus einer Pflanze, welche sie Kali nannten, und welche noch jetzt unter dem Namen *Salsola Kali* bekannt ist.

Das Kali findet sich auch mit Erden und Metalloxyden verbunden in einigen Mineralien: im Leucit, im Glimmer, in vulcanischen Producten, wie im Obsidian, Bimstein etc.

Das Kali ist in gröſserer Menge in der Asche der Pflanzen, als in der Asche des Holzes enthalten; in besonders groſser Quantität trift man es in der Asche der Fumarien, der Disteln und Nesseln, des türkischen Weizens, des Wermuths etc. In allen diesen Pflanzen ist das Kali mit vegetabilischen Säuren, oder mit organischen Substanzen verbunden, welche durch das Verbrennen zerstört und in Kohlensäure umgewandelt werden.

In Ruſsland, Polen und in holzreichen Ländern verbrennt man das Holz in den Wäldern zu Asche, und laugt diese mit kaltem Wasser aus. Wird die Auflösung bis zur

Trockne abgeraucht, so erhält man eine gelbe Masse (die rohe ungebrannte Pottasche), welche alsdann in besonderen Oefen weifs gebrannt wird, was früher in Töpfen zu geschehen pflegte, woher der Name Pottasche entstanden.

Die gebrannte Pottasche ist jedoch weit entfernt, das reine Kali zu seyn, sondern dieses ist darin zum Theil mit Kohlensäure gesättigt, theils mit Kiesel- und Alaunerde verbunden, und mit den übrigen Salzen der Asche, welche gewöhnlich in schwefelsaurem und salzsaurem Kali bestehen, vermengt; auch bleibt nach dem Auslaugen ein im Wasser unauflöslicher Rückstand, welcher aufser den erdigen Stoffen noch Eisenoxyd enthält.

Ehedem machte man einen Unterschied unter dem aus verschiedenen Pflanzen gewonnenen Kali, und sagte: *Sal absynthii - Cardui benedicti*, *Sal tartari* etc.

Die im Handel vorkommenden Pottaschensorten sind in Ansehung der Menge des in ihnen enthaltenen reinen Kali's unter sich sehr ungleich, und es ist beim Einkauf derselben für Fabricanten, Seifensieder, Färber etc. von grofsem Interesse zu wissen, wie viel reelles Kali in einer zum Kaufe angebotenen Pottasche enthalten ist; denn sie kann sehr weifs und dennoch fast ganz unbrauchbar seyn, indem die darin enthaltenen schwefelsauren und salzsauren Salze von keinem Nutzen sind.

Wenn eine im Handel vorkommende Pottasche einige Tage der feuchten Luft ausgestellt, so viel Wasser anzieht, dafs sie fast ganz flüssig wird, so ist diefs schon vorläufig eine Erscheinung, welche zu ihren Gunsten spricht. Mir ist eine Pottasche von Augsburg vorgekommen, welche keine 5 Proc. Kali enthielt, und fast lauter gröblich gestofsener Pfannenstein (Kochsalz) aus den Salinen war.

Um die Quantität Kali in einer Pottasche zu bestimmen, wiegt man hundert Theile trockne Pottasche ab, und löst sie in einer hinreichenden Menge kochenden Wassers auf. Die Auflösung wird filtrirt und langsam mit Schwefelsäure gesättigt. Zu dem Ende nimmt man eine concentrirte Säure von 1,850 und verdünnt sie mit 19 Theilen Wasser an Ge-

wicht. Ein Theil dieser verdünnten Säure wird abgewogen und behutsam der Auflösung hinzugesetzt.

Um die Kaliauflösung nicht zu übersättigen, kann man sie mit einer geringen Menge Lacmustinctur vermengen, und in einem Kolben zum Sieden bringen, um die freiwerdende Kohlensäure wegzutreiben; ist so viel Säure hinzugesetzt worden, daſs die Lacmustinctur anfängt ins Röthliche überzugehen, und daſs sie auch beim Aufkochen der Flüssigkeit roth bleibt, so wiegt man den Rückstand der verdünnten Schwefelsäure, um die Menge der verwendeten Säure kennen zu lernen.

Durch 100 Theile concentrirter Schwefelsäure oder 2000 Theile der angewendeten verdünnten Säure werden 95 Theile des reinen ätzenden Kali's angezeigt, woraus folgt, daſs 500 Theile verdünnte Säure, welche 25 Theile concentrirte Säure enthalten, bei ihrem Verbrauch zur Sättigung einer Quantität von 23¾ Theilen reellen Kali's hinreichen würden.

Um die im Handel vorkommende Pottasche für den pharmaceutischen Gebrauch zu reinigen, löst man sie in kochendem Wasser auf, und raucht die filtrirte Auflösung so weit ab bis nach dem Erkalten innerhalb 24 Stunden keine Krystalle von den fremden Salzen mehr anschieſsen. Die von den Krystallen abgegossene Lauge wird alsdann in einer eisernen Pfanne bis zur Trockne abgeraucht, wodurch man die gereinigte Pottasche erhält.

Besser, aber mit gröſserem Verlust, kann man die Pottasche reinigen, wenn man sie mit der Hälfte ihres Gewichts kaltem Regenwassers übergieſst, sie oft umrührt und nach einigen Tagen durch Leinwand filtrirt, und die Flüssigkeit bis zur Trockne abraucht; in beiden Fällen wird sie jedoch nicht chemisch rein, denn auſser der gebundenen Kieselerde enthält sie noch immer etwes salzsaures, aber weniger schwefelsaures Kali aufgelöst.

Um sich reines Kali zu chemischen Versuchen zu verschaffen, verbrennt man in einer glühenden eisernen Pfanne, in kleinen Portionen hineingeworfen, ein Gemeng aus zwei Theilen weinsteinsaurem Kali und 1 Theil gereinigtem Salpeter. Zum pharmaceutischen Gebrauch kann aber das

aus Weinstein und Salpeter verfertigte Kali nicht wohl verwendet werden, weil es eine Spur von Blausäure, welche sich gebildet hat, enthält; besser ist es den weifsen Weinstein für sich in einem Tiegel von Gufseisen so lange zu glühen, bis alles Organische in demselben zerstört ist, die ausgebrannte kohlige Masse in Wasser aufzulösen und die filtrirte Flüssigkeit in einem silbernen Kessel bis zur Trockne abzurauchen.

Die auf diese Weise erhaltene Masse ist nun das reine basische kohlensaure Kali.

Um die Kohlensäure daraus zu scheiden, verfährt man wie folgt: ein Theil desselben wird mit zehn Theilen destillirtem Wasser in einem silbernen oder eisernen Kessel aufgelöst, und während dem Kochen ein Theil frisch gebrannter Kalk aus Marmor als gepulvertes Hydrat in kleinen Portionen unter Umrühren hinzugesetzt, und so lange gekocht bis eine filtrirte Probe der Flüssigkeit mit Säuren nicht mehr aufbraust, oder in verdünntem Zustande das Kalk- und Barytwasser nicht mehr trübt.

Alsdann wird die ganze Masse in einen Spitzbeutel von gebleichter, gut ausgebeuchter und mit destillirtem Wasser ausgewaschner Leinwand gebracht. Die filtrirte Flüssigkeit wird sogleich in verschlossenen Flaschen aufbewahrt, und der im Beutel sich befindende Rückstand noch mit heifsem Wasser ausgewaschen. Die Lauge wird klar abgegossen und in einer Pfanne von polirtem Gufseisen schnell abgeraucht.

Will man das Kali trocken haben, so wird die Lauge in einem silbernen Kessel oder Tiegel zum glühenden Flufs gebracht, auf eine Marmor- oder Kupferplatte ausgegossen und schnell in einem trocknen Gefäfs, welches gut verschlossen werden kann, aufbewahrt.

In obiger Operation entzieht der Kalk dem Kali die Kohlensäure und bleibt als unauflöslicher kohlensaurer Kalk auf dem Filtrum.

Berthollet hat ein Verfahren angegeben, wodurch man aus der concentrirten Lauge von gewöhnlicher durch Kalk ätzend gemachter Pottasche, ein chemisch reines kaustisches Kali erhalten kann. Zu dem Ende wird die Lauge

mit dem Doppelten ihres Volumens Alkohol digerirt, wobei die fremden Salze im Wasser aufgelöst bleiben und die Erden niederfallen. Die obere röthliche Flüssigkeit, welche das Kali aufgelöst enthält, wird mittelst eines Hebers abgenommen und destillirt, um den Alkohol wieder zu gewinnen, und der völlig abgedampfte Rückstand wird in einer silbernen Pfanne geglüht. Ein solches Kali enthält weder Erden noch schwefelsaure Salze, aber gewöhnlich noch eine Spur von salzsauren Salzen, von Essigsäure, welche durch die Action des Kali's auf den Weingeist gebildet wurde, und von etwas Kohlensäure, welche durch das Verbrennen des ölichten Alkoholrückstandes entsteht.

Die concentrirte Lauge krystallisirt in verschlossenen Gefäſsen durchs Abkühlen in vierseitigen Prismen oder in dünnen Tafeln, welche etwas Krystallwasser enthalten.

Bei schwachem Glühen wird das kaustische Kali flüssig wie Oel und kann sodann auf ein polirtes Kupferblech oder auf Marmor ausgegossen werden. Das aus gewöhnlicher Pottasche bereitete kaustische Kali ist bekannt unter dem Namen von

Lapis causticus chyrurgorum oder Aetzstein.

Das trockne kaustische Kali enthält stets eine Quantität Wasser chemisch gebunden, wovon es durch heftiges Glühen nicht befreit werden kann; durch Glühen mit verglaster Boraxsäure oder Kieselerde kann das Wasser aber davon getrennt werden. Das kaustische Kali ist daher ein Hydrat.

Das Kalihydrat ist ein weiſser spröder Körper von einem scharfen brennenden Geschmack; sein specifisches Gewicht ist 2,1.

Es zersetzt und löst die animalischen Stoffe auf, als: Haare, Seide, Haut, und verwandelt sich augenblicklich in Seife unter Bildung von Ammonium. Die concentrirte Auflösung ist aus diesem Grunde und wegen ihrer Anwendung auch Seifensiederlauge genannt worden.

Mit Kohlen geglüht nimmt das Kalihydrat eine blaue Farbe an, welche aber durch Auflösen in Wasser wieder verschwindet. Bei einer sehr hohen Temperatur mit Kohle, entwickelt sich Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas,

und es bildet sich etwas kohlensaures Kali, wobei sich Kalium sublimirt, was bei der Reduction einiger Metalloxyde durch Weinstein auch der Fall ist.

Mit Phosphor verbindet sich das Kalihydrat nicht, nur wird das Wasser zersetzt, wobei sich Phosphorwasserstoffgas bildet.

Mit Schwefel verbindet es sich in verschiedenen Verhältnissen durch Schmelzen im Tiegel zu Hepar oder Schwefelleber, wobei es aber zum Theil reducirt wird; bei den hydrothionsauern Salzen wird von diesen Verbindungen mehr die Rede seyn.

Wenn man in eine sehr verdünnte Auflösung von kohlensaurem Kali einen Strom von Chlorgas streichen läſst, so bildet sich flüssiges Kali-Chlorur, welches unter dem Namen von Javellische Lauge zum Bleichen angewendet wird.

Aus der Luft zieht es Kohlensäure und Wasser an und schmelzt noch vor dem Glühen; beim Rothglühen im offenen Tiegel zieht es aber Sauerstoff an, wird dadurch milder, und läſst einen Theil Wasser fahren, wobei sich auch ein Theil Kali verflüchtigt.

Mit Wasser übergossen, entwickelt das Kalihydrat viel Wärme, und löst sich in dem dritten Theil seines Gewichts Wasser auf.

Schon die Kaliauflösung ist im Stande Baryt- und Strontian-Erde, so wie ungeglühte Kiesel- und Thonerde aufzulösen, aber durch Schmelzen bildet sie mit der letztern kein Glas.

Das Kalihydrat besteht aus:

Kali	1	Atom	47,2	—	84.
Wasser	1	„	9	—	16.
			56,2		100.

Es ist für den Fabricanten oft von Interesse, die in einer kaustischen Lauge enthaltene Quantität des Kalis bestimmen zu können, wozu die folgende Tabelle eine Anleitung gibt.

Ta-

Tabelle nach Dalton den Gehalt des trocknen Kalis in einer Auflösung desselben in Wasser zu bestimmen.

Spec. Gew.	Proc. Kali.	Siedepunkt.	Spec. Gew.	Proc. Kali.	Siedepunkt.
2,0	72,4	316°C.	1,23	19,5	129° C.
1,42	34,4	216	1,19	16,2	124
1,39	32,4	182	1,15	13,0	119
1,36	29,4	160	1,11	9,5	116
1,33	26,3	143	1,06	4,7	112
1,28	23,4	136			

Die Kieselerde verbindet sich mit dem Kali in verschiedenen Verhältnissen. Wenn man vier Theile kaustisches Kali mit einem Theile Kieselerde zusammenschmelzt, so erhält man eine Masse, welche in 24 Theilen Wasser auflöslich ist. (Kieselfeuchtigkeit.)

Eine Auflösung von ordinärer Pottasche, welche gewöhnlich Kieselerde enthält, an die Luft gestellt, absorbirt Kohlensäure und die darin aufgelöste Kieselerde fällt nieder.

G l a s. *Verre.*

Wenn Kieselerde oder Quarzsand mit 1/2 oder 2/3 kohlensaurem Kali geschmolzen wird, so erhält man eine farbenlose in Säuren unauflösliche Substanz, welche wir mit dem Namen Glas bezeichnen. Das Glas wurde zufällig von phönicischen Kaufleuten entdeckt, welche Natron aus Aegypten führten, und indem sie am sandigen Ufer des Belus Feuer anmachten, sich statt des Dreifufses einiger Stücke Natron bedienten, welche mit dem Sande zu einer glasartigen Masse zusammengeschmolzen ~~waren~~.

Man theilt das Glas in zwei Hauptgattungen, nämlich: in weifses und grünes Glas.

Vom weifsen Glase unterscheidet man vorzüglich: Krystallglas, Spiegelglas, Flintglas. Das Spiegelglas wird bereitet aus: 60 Kieselsand, 25 Pottasche, 15 Salpeter, 7 Borax und 1/8 Braunstein; das Flintglas aus 120 weifsem Sand, 35 Pottasche, 40 Minium, 13 Salpeter, 6 weifsem Arsenik und 1/2 Braunstein.

Zur Bereitung des grünen Glases nimmt man Asche, Sand und Kochsalz. Das Unschmelzbare dieser Mischung

ist Glasgalle und wird von der Oberfläche der schmelzenden Masse abgeschäumt. Das Glas aus dem Schmelzofen muſs im Kühlofen langsam abgekühlt werden. Die Glasgefäſse widerstehen den veränderlichen Temperaturen viel besser, wenn man sie in Wasser legt, welches nach und nach zum Kochen gebracht wird, und sie dann langsam wieder erkalten läſst.

Die Ursache der Sprödigkeit eines schnell erkalteten Glases liegt darin, daſs die äuſsere Oberfläche desselben sich schneller abkühlt als die Innere, wodurch die Theile des Glases in eine andere Stellung gegen einander gerathen, und deſshalb durch eine geringe Gewalt von einander getrennt werden können. Beispiele davon geben die sogenannten Glastropfen und Springkolben.

Salpeter, Arsenik und Mangan werden der Glasmasse nur in der Absicht hinzugesetzt, um brennbare Körper, welche in die Masse kommen, und sie gefärbt haben könnten, zu verbrennen.

Das Bleioxyd macht das Glas leichter schmelzbar, und daher gleichförmiger, weniger blasig und weniger streifig.

Fast jedes Glas, auch das Flintglas, ist etwas alkalisch, wovon man sich überzeugen kann, wenn man es zu feinem Pulver reibt, mit Wasser benezt, und mit Curcumapapier in Berührung bringt. Diese Alkalinität findet aber nicht statt mit Feldspath, Basalt, Granit, Obsidian und Bimstein, in welchen Körpern das Alkali inniger gebunden ist.

Das grüne Glas hat seine Farbe von dem Eisen aus der Asche; durch Mangan wird es weiſser, $1/_{10}$ Kalk der Masse zugesetzt, vermehrt ihre Schmelzbarkeit. Ein Glas, welches zu viel Alkali enthält, wird mit der Zeit trübe und verwittert. Um die Güte der Glaſsgefäſse zu prüfen, läſst man Königswasser eine Zeit lang darin kochen; wenn das Glas ausgewaschen und getrocknet ist, muſs, wenn es von guter Qualität ist, kein Fleck darin bleiben.

Die von Fuchs entdeckte Kieselkali-Verbindung oder das Wasserglas wird bereitet, wenn man zwei Theile gereinigte Pottasche mit drei Theilen reinem Abendsberger Kieselsand bis zum Verglasen schmelzt, und dann in Wasser

auflöst; am besten ist, ein Gemeng von gereinigter Pottasche 30 Pfd., Abendsberger Sand 45 Pfd., Kohle 3 Pfd. 5 bis 6 Stunden zu glühen, die geschmolzene erkaltete Masse zu pulvern, mit 4 bis 5 Theilen Wasser zu vermischen, und mit demselben 3 bis 4 Stunden zu kochen. Mit der Auflösung dieses Glases in Wasser wird Bauholz angestrichen, wodurch es gegen das Verbrennen mit Flamme geschützt wird; der Ueberzug verwittert aber nach einiger Zeit, wenn die Pottasche nicht hinreichend rein war.

Döbereiner erhält sehr reines Wasserglas durch Zusammenschmelzen von 1 M. G. kohlensaurem Kali, 1 M. G. kohlensaurem Natron und 12 M. G. Kieselerde.

Nach Döbereiner erhält man durch Zusammenschmelzen von gleichen M. G. kohlensaurem Kali, kohlensaurem Natron und kohlensaurem Strontian oder kohlensaurem Baryt eine perlmutterartige Masse, welche mit 14 M. G. Kieselerde geschmolzen, ein schönes Glas gibt, welches leichter, schmelzbar, specifisch schwerer und von stärkerer lichtbrechender Kraft ist als Kronglas. Döbereiner nennt es Cölestinglas.

Unter Flüssen versteht man gefärbte Gläser oder falsche Edelsteine. Man bedient sich hiezu einer hellen Glasmasse (Strafs), aus 2 Loth gepulvertem Bergkrystall, ein Loth geglühtes kohlensaures Natron, $^{5}/_{4}$ gebrannten Borax und 30 Gran kohlensaures Blei.

Aus dieser Masse werden verschiedene Arten Flüsse bereitet und mit Metalloxyden gefärbt, nämlich:

Roth mit Goldpurpur und Kupferoxydul.

Gelb mit Spiefsglanzoxyd.

Orangengelb durch Eisenoxyd.

Grün mit Kupferoxyd, Nickel und am schönsten durch Chromoxyd.

Blau mit Kobaltoxyd.

Schwarz mit Hammerschlag.

Violett mit Mangan.

Das undurchsichtige weifse Glas, auch Milch- oder Beinglas, erhält man durch einen Zusatz von $^{1}/_{3}$ Knochenpulver.

Email oder Schmelz wird bereitet, wenn man 3 Theile Zinn und 10 Theile Blei bis zu einem weifsen farbenlosen Oxyd brennt. Dieses wird alsdann mit 10 Theilen reiner Kieselerde, 2 Theilen kohlensaurem Kali und acht Gran Braunstein auf 1 Pfd. des weifsen Oxyds zusammengeschmolzen. Diese geschlemmte Masse wird auf Gold oder Kupfer getragen, und unter der Muffel des Probirofens darauf fest gebrannt, alsdann geschliffen und polirt. (Zifferblätter auf Uhren.)

Das Kali kann noch eine gröfsere Quantität Sauerstoff aufnehmen, und es entsteht alsdann das Kaliumperoxyd; es wird durch ein anhaltendes Glühen des Salpeters bewerkstelligt, und ist orangengelb, schwieriger schmelzbar als das Hydrat, und hinterläfst beim Abkühlen eine schuppige krystallinische Masse. Bei seiner Auflösung in Wasser entwickelt es Sauerstoffgas (Chevallier und Bridge).

Reduction des Kali's.

Die Entdeckung, welche H. Davy im Jahre 1807 machte, dafs Kali, Natron und einige Erden vermittelst der Voltaischen Säule in Sauerstoff und in eine besondere Basis zerlegt werden, gehört unstreitig, wie schon gesagt, zu den glänzendsten und folgereichsten unseres Jahrhunderts.

Das Kalium oder die Basis des Kali's wurde von Davy dargestellt, indem er das befeuchtete Kalihydrat mit den entgegengesetzten Polen einer Voltaischen Batterie von 200 doppelten Plattenpaaren in Verbindung brachte. Der Sauerstoff des Wassers und der des Kali's gehen dabei zum positiven, der Wasserstoff des Wassers hingegen, so wie das Kalium des Kali's gehen zum negativen Pole über.

Da aber auf diese Weise nur eine geringe Quantität Kalium dargestellt wird, so war man darauf bedacht, es in gröfserer Menge darzustellen, und bald darauf wurde von Gay-Lussac, Thenard und Curaudeau die Entdeckung gemacht, dafs das Kali auch auf pyrochemischem Wege durch Eisen und durch Kohle bei einer hohen Temperatur zerlegbar sey.

Um die Zersetzung zu bewerkstelligen, wurde in einem etwas gebogenen mit feuerfestem Thon umgebenen Flintenlauf spiralförmig gewundener Eisendraht oder auch Kohlenpulver bis zum Weifsglühen erhitzt, auf welches man nach und nach Kalihydrat fliefsen liefs. Hiebei wurde nun das Eisen auf Kosten des Sauerstoffs aus dem Kali oxydirt und am andern Ende des Flintenlaufs sublimirte sich Kalium.

Brunner und Wöhler haben später eine verbesserte Verfahrungsart angegeben, und anstatt des Flintenlaufes eine Retorte von Schmiedeisen angewendet, in welchem die Zersetzung vor sich geht.

Zu diesem Zwecke bringt man in eine solche Retorte 6 Pfd. frisch verkohlten Weinstein, welcher zuvor mit drei Unzen Kohlenpulver vermengt ist, legt diese in einen gut ziehenden, mit weitem Rost und 10 Fufs hohem Abzugsrohre versehenen Windofen, und verbindet sie mit einer kurzen eisernen eingeschraubten Röhre. Die Masse wird nach und nach erhitzt, bis sich ein von selbst entzündendes Gas und grüne Dämpfe entwickeln. Alsdann wird an der eisernen Röhre ein kupfernes, etwas Petroleum enthaltendes Reservoir angesetzt, das unten mit kaltem Wasser oder Eis umgeben ist, und einen Ausgang für das sich entwickelnde Kohlenoxydgas hat.

Wenn bei fortgesetzter Hitze das kurze eiserne Rohr, was während der Operation vermittelst eines starken Eisendrahts zum Theil gereinigt werden kann, endlich mit einer schwarzen Masse so verstopft wird, dafs sich kein Gas mehr entwickelt, so läfst man das Feuer ausgehen.

Nach dem Erkalten nimmt man den kupfernen Behälter ab, verschliefst seine Oeffnung mit einem Korke und schraubt die eiserne Röhre ab. Die darin enthaltene schwarze Masse wird unter Petroleum gehalten, abgekratzt; man öffnet alsdann den kupfernen Behälter, welcher aus zwei in einander passenden Stücken besteht, um den theils aus Kalium, theils aus einer schwarzen Materie bestehenden Inhalt herauszunehmen. Die schwarze Materie enthält aufser etwas Kalium, Kohle,

auch eine graue Substanz, welche beim Auflösen krokonsaures Kali liefert. *)

Das Kalium (was jetzt auch von Commercienrath Herrmann in Schönebeck bei Magdeburg fabrikmäſsig bereitet wird) muſs in Petroleum aufbewahrt werden.

Bei der oben angegebenen Operation verbindet sich die Kohle mit dem Sauerstoff des Kali's zu Kohlenoxyd und kohlensaurem Gas, wodurch das Kalium reducirt wird, ein groſser Theil des Kaliums verflüchtigt sich aber als eine eigene Gasart.

Eigenschaften des Kaliums.

Wenn man das Kalium noch einmal destillirt, um es von der Kohle zu befreien, so ist es vollkommen undurchsichtig, hat einen metallischen Glanz und ist rücksichtlich dessen und der Consistenz dem Zinn-Amalgam ähnlich.

Sein specifisches Gewicht zum Wasser ist 0,865. Bei einer Temperatur von 0 ist es hart und brüchig, bei 15° ist es weich wie Wachs, und bei 58 wird es flüssig.

Nahe an der Rothglühhitze verdampft es, bildet grüne Dämpfe und läſst sich destilliren.

Es ist ein guter Leiter der Wärme und der Elektricität.

An der Luft verliert es bald seinen metallischen Glanz und verwandelt sich in Oxyd; bei seinem Verflüchtigen brennt es an der Luft mit Flamme.

Von allen Körpern hat es die gröſste Verwandtschaft zum Sauerstoff und reducirt daher alle Oxyde.

Auf Wasser geworfen, schwimmt es darauf eine kurze Zeit, geräth aber augenblicklich auf Kosten des Wassers in Brand, und wird durch die Verbindung mit Sauerstoff wieder zu Kali.

---

*) Es werden zwar in Bern sehr gute Retorten aus Schmiedeeisen für die Fabrication des Kaliums gemacht, man kann aber auch dazu diejenigen Gefäſse von Schmiedeisen, in welchen das Quecksilber versendet wird, anwenden.

Phosphorkalium.

Wird Kalium in einer mit Stickgas gefüllten gebogenen Glocke mit Phosphor erwärmt, so verbinden sich beide Stoffe unter Erglühen. Das auf diese Weise gebildete Phosphorkalium ist nach Rose kupferfarbig, von metallischem Glanze, leicht schmelzbar, und von einem krystallinischen Gefüge. Die Verbindung zersetzt das Wasser sehr schnell, und verbrennt, wenn sie an der Luft erhitzt wird, zu phosphorsaurem Kali.

Das wasserfreie Kali oder Caliumoxyd besteht aus:

Kalium	1	Atom	= 39,2	— 83,05.
Sauerstoff	1	„	= 8	— 16,95.
			47,2	100.

Anwendung des Kali's.

In sehr vielen Fabriken, so wie für Färber und Seifensieder ist das Kali unentbehrlich. Eben so in der Bleichkunst in den Glashütten etc. Das Kali ist eins der besten Mittel zu der Analyse vieler Fossilien.

---

2) Natron. Soda.

Mineralalkali. (*Soude.*)

Das Natron wird in vielen Fossilien mit Erden verbunden angetroffen, z. B. im Natrolit, Pechstein, Klingstein, Basalt etc.

Ferner mit vielen Säuren, vorzüglich mit Salpetersäure, Boraxsäure, Schwefelsäure und Kohlensäure, in welcher letztern Verbindung es auf der Oberfläche der Erde in Aegypten, unweit dem Ufer des Nils, in grofsen Quantitäten vorkommt. Am häufigsten ist es als *Natrium* mit Chlor im Kochsalz enthalten. Auch wird es in einigen thierischen Stoffen angetroffen.

Darstellung. Man gewinnt es in grofsen Quantitäten aus einigen Pflanzen, welche am Ufer des Meeres gezogen werden, wie z. B. die *Salicornia*- und *Salsola*-Arten,

auch *Fucus*- und *Alga*-Arten. In diesen Pflanzen ist das Natron mit einem Pflanzenstoff verbunden, und wird wahrscheinlich durch einen Vegetationsprocefs aus dem Kochsalz des Meerwassers abgeschieden.

Die getrockneten Pflanzen werden, um das Natron daraus zu erhalten, an den Küsten verbrannt, und die geschmolzene Asche ist die Soda, welche auch unter dem Namen spanische Soda, Varec, Kelp u. s. w. im Handel vorkommt. Sie enthält aufser dem kohlensauren Natron auch schwefelsaures Natron und Schwefel- und Chlor-Natrium, schwefelsaures und kohlensaures Kali und unlösliche Erden. Die Asche aus den *Fucus*- und *Alga*-Arten schmilzt nicht, weil sie nur wenig Natron, aber viele erdigen Theile enthält.

Um das im Handel vorkommende Natron zu reinigen, wird es in kochendem Wasser aufgelöst, und die filtrirte Flüssigkeit bis zum Krystallisationspunkt abgeraucht.

Die Bereitung des kohlensauren Natrons im Grofsen wird bei den kohlensauren Salzen beschrieben werden.

Um das Natron kaustisch darzustellen, verfährt man eben so wie beim Kali, indem man die Kohlensäure durch Kohlen mit Kalk abscheidet.

Zum chemischen Gebrauch bereitet man das ätzende Natron, wenn man 1000 Theile krystallisirtes Glaubersalz mit 254 geschmolzenem Aetzkali behandelt; beide Stoffe werden in einer möglichst geringen Quantität Wasser aufgelöst und die beiden Flüssigkeiten mit einander vermengt, wobei das schwefelsaure Kali leicht krystallisirt, und das Natron in der Mutterlauge bleibt. Die concentrirte Mutterlauge kann mit Alkohol vermengt werden, um das noch vorhandene schwefelsaure Salz davon zu trennen; hiebei ist es von Nutzen nicht alles Glaubersalz zu zersetzen, damit nicht Kali in der Mutterlauge bleibt, welches sich nebst dem Natron in Weingeist auflösen würde.

Das Natron ist wie das Kali ein Hydrat und besteht aus:

Natron	1	Atom	31,3	77,7
Wasser	1	—	9	22,3
			40,3	100

Das kaustische Natron ist nach seinen äufseren Kennzeichen dem Kali sehr ähnlich und kann davon am besten auf folgende Weise unterschieden werden.

1) Ein Stück Natron und ein Stück Kali der Luft ausgesetzt, absorbiren so viel Wasser, dafs sie beide flüssig werden; das Natron wird aber bald wieder fest, während das Kali flüssig bleibt; in beiden Fällen bilden sich basische kohlensaure Salze, wovon das des Kali's flüssig bleibt, während das des Natrons Krystalle bildet, welche an der Luft verwittern.

2) Wenn man zwei mit gleicher Quantität Wasser verdünnte Auflösungen von Kali und Natron mit Weinsteinsäure übersättigt, so bildet sich mit dem Kali ein weifser Niederschlag (*Cremor tartari*), mit dem Natron aber nicht.

3) Werden Kali und Natron durch irgend eine Säure neutralisirt, und dann mit salzsaurem Platin versetzt, so bildet sich im Kalisalz ein gelber Niederschlag; die Natronauflösung aber wird roth.

Das Natron verhält sich zum Wasser, Phosphor, Schwefel und zu den Erden ebenso wie das Kali. Läfst man in eine Auflösung von 15 Theilen krystallisirtem kohlensaurem Natron in 40 Theilen Wasser aufgelöst so viel Chlorgas streichen, als sich aus 2 Theilen Braunstein und 6 Theilen concentrirter Salzsäure entwickelt, so entsteht eine bleichende, die üblen Gerüche zerstörende Flüssigkeit, welche Labaraque als Räucherungsmittel empfohlen hat. Sie kann auch erhalten werden, wenn man eine Auflösung von Chlorkalk durch kohlensaures Natron zersetzt.

Nach den französischen Chemikern ist sie eine Verbindung von Chlor und Natron; Berzelius betrachtet sie aber als chlorichtsaures Natron.

Das wasserfreie Natron oder das Natriumoxyd besteht aus:

Natrium	1	Atom	23,3	74,4
Sauerstoff	1	—	8	25,6
			31,3	100

Reduction des Natrons.

Die Reduction des Natrons wird durch Eisen oder Kohle auf die nämliche Weise bewerkstelligt, wie die des Kali's; da aber das Natrium weniger flüchtig ist als das Kalium, so mufs bei der Operation eine noch höhere Temperatur angewendet werden.

Eigenschaften des Natriums. (*Sodiums.*)

Es ist silberweifs, von metallischem Glanze; spec. Gew. = 0,934. Bei einer Temperatur von 20° C. ist es ziemlich hart und bei 0° sogar dehnbar; bei 50° erweicht es sich und bei 90° wird es vollkommen flüssig.

Bei der gewöhnlichen Temperatur oxydirt es sich an der trocknen Luft und im trocknen Sauerstoffgas nicht, aber beim Glühen brennt es mit Funkensprühen. Wegen dieser geringen Affinität zum Sauerstoff läfst es sich leichter aufbewahren als das Kalium.

Auf Wasser geworfen oxydirt es sich zwar mit Heftigkeit, aber ohne sich zu entzünden.

Auf concentrirte Schwefelsäure geworfen und dann mit etwas Wasser benetzt, entzündet es sich und brennt mit grofser Lebhaftigkeit. Die Schwefelsäure selbst wird dabei unter Abscheidung von Schwefel zersetzt.

Wird Natrium auf Quecksilber geworfen, so amalgamirt es sich damit unter Explosion, wobei sich Licht und Wärme entwickeln; das Kalium hingegen verbindet sich mit dem Quecksilber ohne Lichterscheinung.

Es verbindet sich mit dem Sauerstoff in zwei Verhältnissen, wovon das Protoxyd als Hydrat das weiter oben beschriebene kaustische Natron darstellt.

Das höhere oder Natriumhyperoxyd bildet sich, wenn man Natrium in trocknem Sauerstoffgas verbrennt oder durch anhaltendes Glühen des Natrons in einem offenen Platintiegel. Es ist eine grünlich gelbe Materie, welche, um geschmolzen zu werden, einen sehr hohen Hitzgrad erfordert.

Anwendung des Natrons.

Zur Seifenfabrication, zum weifsen Krystall- und zum Flintglas, zu einigen künstlichen Edelsteinen u. s. w.

Das Natron ist in neuern Zeiten zur Bereitung des künstlichen Ultramarins angewendet worden. Professor Chr. Gmelin in Tübingen hat gezeigt, dafs der Schwefel mit Natron, Kiesel und Thonerde verbunden, als das färbende Princip des Ultramarins betrachtet werden kann. Er hat folgendes Verfahren angegeben, wodurch ein sehr schönes Ultramarin dargestellt wird: man verschafft sich wasserhaltende Kieselerde, bringt davon in eine beliebige Menge flüssigen kaustischen Natrons, so viel als sich auflöst. Nun berechnet man, wie viel wasserfreie Kieselerde dieses Kieselerdehydrat enthielt, fügt auf 72 Theile wasserfreie Kieselerde 70 Theile wasserfreie Alaunerde hinzu, und raucht das Gemisch von kieselraurem Natron mit Alaunerde so weit ab, bis es ein noch sehr feuchtes Pulver darstellt. *)

Nun bereitet man sich in einem gut bedeckten Porzellantiegel ein Schwefelnatron aus zwei Theilen Schwefel und ein Theil wasserfreiem kohlensaurem Natron.

Wenn dieses Gemeng im Tiegel zu einer gleichförmigen Masse geschmolzen ist, so bringt man von obigem weifsen Pulver nach und nach kleine Portionen hinein und glüht dann das Ganze bei einer schwachen Rothglühhitze eine Stunde lang. Durch Schlemmen erhält man nun das feurigste Ultramarin.

3) Lithion oder Lithiumoxyd.

Das Lithion wurde 1817 von Arfvedson in dem Petalit entdeckt und erhielt den Namen von λιϑειον (*lapideum*), weil es in einem Körper des Mineralreichs gefunden wurde.

---

*) Hiebei ist zu beobachten, dafs nach Gmelin in 100 Theilen wasserhaltender Kieselerde nur 56, und in 100 Theilen wasserhaltender Thonerde nur 32,4 Theile wasserfreie Erde enthalten ist.

Seit der Zeit ist es im Spodumen, Turmalin, Lepidolith, Amblygonit und in mehreren Fossilien, so wie in einigen Mineralwassern gefunden worden.

Darstellung. Feingepulverter Lepidolith wird mehrere Tage mit concentrirter Schwefelsäure digerirt, und dann die Masse bis zur Trockne abgeraucht; die trockne Masse wird wiederholt mit Wasser ausgekocht. Aus der filtrirten Flüssigkelt wird die Thonerde durch kohlensaures Ammonium und das Mangan durch hydrothionsaures Ammonium niedergeschlagen. Die von dem Niederschlage abgegossene und filtrirte Flüssigkeit, welche nun schwefelsaures Lithion und schwefelsaures Ammonium enthält, wird bis zur Trockne abgeraucht und geglüht, um das schwefelsaure Ammonium zu entfernen, worauf reines schwefelsaures Lithion zurückbleibt.

Um die Schwefelsäure davon zu trennen, löst man dasselbe in Wasser auf, und zerlegt es durch eine Auflösung von essigsaurem Blei. Das abgegossene essigsaure Lithion wird abgeraucht und geglüht, wodurch die Essigsäure zerstört wird und nun kohlensaures Lithion zurückbleibt.

Sollte es etwas kohlensaures Kali enthalten, so wird dieses durch Waschen mit etwas kaltem Wasser davon getrennt.

Das kohlensaure Lithion wird nun mit Kalkhydrat und Wasser gekocht, wodurch, wie beim Kali, reines Lithionhydrat gebildet wird.

Eigenschaften des Lithionhydrats.

Eine weiſse durchscheinende Masse von krystallinischem Bruche. Der Geschmack ist sehr ätzend und es reagirt, gleich dem Kali und Natron, in einem hohen Grade alkalisch.

Es schmilzt noch vor dem Glühen, und der Platintiegel lauft stark davon an, und zwar vorzüglich oberhalb der geschmolzenen Masse, wo er mit der Luft in Berührung ist. Das Lithion und alle Verbindungen desselben müssen deſshalb in einem Silbertiegel geschmolzen werden.

Bei der Weifsglühhitze verflüchtigt es sich nicht. An der Luft zieht es weder Feuchtigkeit noch Kohlensäure an.

Im Wasser löst es sich unter Entwickelung von Wärme auf. Das kochende Wasser nimmt mehr davon auf als das kalte und beim Abkühlen scheiden sich kleine Krystalle ab, welche an der Luft nicht zerfliefsen.

Davy und Brande haben das Lithion durch die Voltaische Säule reducirt und es dem Natrium einigermafsen ähnlich gefunden. Durch Kaliumdämpfe hat man es bisher nicht reduciren können.

Der Berechnung nach würde das Lithion bestehen aus:

Lithium	1	Atom	8	50
Sauerstoff	1	—	8	50
			16	100

Nach den neuesten Versuchen von Berzelius enthält das Lithion 55,15 Procent Sauerstoff.

Das Lithion unterscheidet sich von dem Kali und Natron durch sein gröfseres Neutralisationsvermögen und dadurch, dafs es mit Kohlensäure und Phosphorsäure schwierig auflösliche Salze bildet, wo hingegen das salzsaure Lithion sehr auflöslich ist, leicht fliefst und die Weingeistflamme roth färbt.

4) Ammonium, Ammoniac, flüchtiges Alkali. (*Ammoniaque.*)

Das Ammonium wird fast ausschliefsend aus thierischen Stoffen durch Destillation erhalten, allein das auf diese Weise gewonnene ist sehr unrein und wird nur zur Fabrication des Salmiaks verwendet, aus welchem letzteren Salze man alsdann das Ammonium rein darstellen kann.

Das Ammonium befindet sich mit Salzsäure und Phosphorsäure im Urin, ebenso mit Salzsäure in den Excrementen der Kamēle; mit Schwefelsäure in einigen Alaunsteinen, mit Kohlensäure und Essigsäure endlich in allen verfaulten thierischen Körpern.

Das Ammonium bildet sich, wenn thierische Körper faulen oder mit Alkalien in Berührung gebracht werden.

Nach Bouis befindet sich das Ammonium in der Pfeifenerde und in allen Thonarten, welche beim Benetzen Thongeruch verbreiten. Wahrscheinlich ist es durch die Zersetzung der darin befindlichen organischen Ueberreste gebildet worden.

Es entwickelt sich freiwillig aus einigen Pflanzen und namentlich nach Chevallier aus *Chenopodium vulvaria*. In kleinen Quantitäten wird das Ammonium bei der Entstehung des Eisenoxyds und überhaupt auf mannichfache Weise gebildet.

Das Ammonium ist in seiner reinsten Gestalt gasförmig, Um das Gas darzustellen, erwärmt man in einem Kolben ein Gemeng von gleichen Theilen Salmiak und Kalkhydrat und fängt das Gas über Quecksilber auf. Der Kalk verbindet sich mit der Salzsäure zu einem fixen im Kolben bleibenden Körper dem salzsauren Kalk und das Ammoniak entwickelt sich als Gas.

Das Gas hat einen sehr stechenden ganz eigenthümlichen und so penetranten Geruch, dafs durch das Einathmen desselben Ohnmachten gehoben werden können.

Es hat einen scharfen Geschmack, reizt zu Thränen und färbt den Veilchensaft grün, das Curcumapapier aber braun, welche Farben jedoch an der Luft wieder verschwinden. Es ist zum Athmen untauglich und brennende Körper erlöschen darin, Sein specifisches Gewicht zur Luft ist $= 0{,}591$. Sein Strahlenbrechungsvermögen zur Luft $= 2{,}168$.

Bei einem starken Druck und bei einer niedern Temperatur condensirt sich das Gas nach Faraday in eine farbenlose Flüssigkeit.

Das Ammoniakgas wird durch die Rothglühhitze nur schwach zersetzt, wohl aber sehr leicht durch die Weifsglühhitze. Bringt man jedoch in die Porzellanröhre Stücke von Eisen, Silber, Platin, Kupfer oder Gold, so zersetzt es sich schnell beim Rothglühen, woraus im Allgemeinen ein Gemeng aus drei Mafs Wasserstoffgas und ein Mafs Stickgas entsteht.

Despretz hat neuerlich diese von Berthollet und Thenard angestellten Versuche einer nähern Prüfung unterworfen und gefunden, dafs bei wiederholter Einwir-

kung des Ammoniaks die Gewichtsvermehrung des Eisens bis auf 11,5 Proc. steigen könnte. Seine Resultate mehrerer Versuche bestehen in Folgendem:

5,928	Gran	Eisen	werden	zu	6,612	oder	100	zu	111,538
9,427	„	„	„	„	10,102	„	„	„	107,162
6,587	„	„	„	„	7,095	„	„	„	107,728
29,960	„	„	„	„	31,472	„	„	„	105,046
7,955	„	„	„	„	8,533	„	„	„	107,587

Schreibt man die Gewichtszunahme auf Rechnung des absorbirten Stickstoffs, so würde das stickstoffreichste Product des Eisens, das bei diesen Versuchen erhalten wurde, ein Subazotmetall seyn.

Alle Eisenproben, welche durch Einwirkung des Ammoniakgases an Gewicht zugenommen hatten, lieferten bei ihrer Auflösung in Säuren Stickstoffgas.

Das in einer Porzellanröhre geglühte Kupfer wird indessen durch Ammoniakgas noch weit mehr in seinen physischen Eigenschaften verändert als das Eisen. Die Dichtigkeitsverminderung desselben kann über ein Drittheil betragen; es wird mehr schuppig und porös und nimmt auf der Oberfläche graue, gelbe, grüne, orange, rosenrothe und purpurrothe Flecken an. Dieser so großen Veränderungen in seinen physischen Eigenschaften ungeachtet hält es doch nur sehr wenige fremdartige Substanzen zurück.

Aus seinen Versuchen glaubt Despretz hinlänglich nachgewiesen zu haben, daſs die Veränderung, welche die obenerwähnten Metalle in ihren äuſseren Eigenschaften durch die Einwirkung des Ammoniakgases erleiden, von der dauernden oder momentanen Verbindung des Stickstoffs mit diesen Metallen abhängt.

Die elektrischen Funken zersetzen das Ammoniakgas nach und nach auf die nämliche Weise.

Vermengt man 3 Theile Sauerstoffgas mit 4 Theilen Ammoniakgas, so wird letzteres bei der gewöhnlichen Temperatur nicht zersetzt, durch ein brennendes Licht wird indessen Detonation hervorgebracht, indem sich Wasser bildet, und Stickgas frei wird.

Mit Phosphor verbindet sich das Gas langsam zu einer schwarzen Substanz, welche aber später wieder roth wird.

Der Schwefel geht ebenfalls mit dem Ammonium verschiedene Verbindungen ein. Von einer derselben, nämlich dem einfachen Schwefelammonium, werden wir bei den hydrothionsauren Salzen handeln. Die andere, nämlich das doppelte Schwefelammonium war ehedem unter dem Namen *Spiritus Beguini* bekannt. Um es darzustellen, destillirt man aus einer Retorte mit angekitteter Vorlage ein Gemeng aus 1 Theil Schwefel, 2 Theile Salmiak und 3 Theile gebranntem Kalk. Es geht hiebei eine dunkelgelbe Flüssigkeit über, welche an der Luft stark raucht und einen widerlichen Geruch hat; durch Säuren wird Schwefel niedergeschlagen und Schwefelwasserstoffgas entwickelt. Die Flüssigkeit ist dem zufolge wohl als ein schwefelhaltiges hydrothionsaures Ammonium zu betrachten.

Die frisch geglühte Holzkohle von Buxbaum absorbirt nach Saussure 90 Volumina Ammoniakgas.

Läſst man Chlorgas in trocknes Ammoniakgas über Quecksilber streichen, so wird das Ammoniak zersetzt, wobei man eine weiſse Flamme bemerkt; es entweicht Stickgas und Salmiak bleibt zurück.

Das Ammoniakgas hat eine groſse Affinität zum Wasser und wird schnell und unter beträchtlicher Entwickelung von Wärme in demselben aufgelöst.

Das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck kann beinahe den dritten Theil seines Gewichts Gas auflösen; oder 1 Vol. Wasser kann 4,30 Vol. Gas aufnehmen.

Oeffnet man eine Flasche mit Ammoniakgas unter Wasser, so dringt letzteres schnell und mit groſser Heftigkeit hinein. Auch das Eis absorbirt plötzlich das Gas und wird flüssig.

Um das liquide Ammonium oder die Auflösung des Gases (*Spiritus salis ammoniaci causticus*) zu bereiten, verfährt man, wie folgt:

Man vermengt gleiche Theile Salmiak und feingepulverten ungelöschten Kalk, und trägt das Gemeng schnell in

in eine irdene oder eiserne Retorte. In Fabriken bedient man sich dazu eines grofsen eisernen Cylinders. Die irdene Retorte wird sodann ins offene Feuer gelegt und eine leere tubulirte Vorlage angekittet, aus welcher eine gekrümmte Sicherheitsröhre in eine Flasche mit destillirtem Wasser bis auf den Grund derselben geht. Man schlägt so viel destillirtes Wasser vor, als Salmiak angewendet wurde. Die Retorte wird nach und nach bis zum Glühen erhitzt, oder bis dafs kein Gas mehr in die Flasche streicht.

So wie sich das Gas in dem Wasser auflöst, erwärmt sich dieses, und je kälter man das Wasser hält, desto mehr Gas kann es aufnehmen.

Wenn die Gasblasen hindurchstreichen, ohne sich aufzulösen, so ist das Wasser gesättigt, und es hat sich dadurch beinahe um die Hälfte seines Volumens ausgedehnt.

Wenn man die Operation aus einer Glasretorte im Sandbade vornimmt, so wird der Kalk nach und nach mit drei Theilen Wasser gelöscht, und alsdann wird der erkalteten Masse der Salmiak hinzugefügt.

Mit dieser gröfseren Menge Wasser kann auch die Bereitung in einer verzinnten Destillirblase mit zinnernem Helme vorgenommen werden; die zinnerne Röhre des Helms wird in einen leeren Ballon geleitet, und aus diesem geht eine Sicherheitsröhre in eine Flasche mit destillirtem Wasser.

Das flüssige Ammoniak ist leichter als Wasser, und je leichter es ist, desto mehr Ammoniak enthält es aufgelöst. Sein spec. Gew. ist = 0,910.

Schon bei + 36° kommt es ins Sieden und läfst das Gas entweichen. In der Kälte, oder wenn das Wasser bei einer Temperatur von 0 gesättigt wird, kann man es auch zu einer Concentration von 0,875 bringen; die Flüssigkeit ist aber im Sommer schwer aufzubewahren und zersprengt die Gefäfse. In diesem concentrirten Zustande hat man es *Alcali fluor* genannt.

Das flüssige Ammonium ist farbenlos, der Geruch und der Geschmack desselben sind dem des Gases ganz gleich;

es färbt das Curcumapapier braun, welches aber durch das Verflüchtigen des Ammoniaks wieder gelb wird.

Läfst man Chlorgas in sehr concentrirtes flüssiges Ammonium streichen, so bemerkt man, dafs sich jede in die Flüssigkeit übergehende Blase mit einem leichten Knall entzündet. Auch Chlorgas in Wasser gelöst und mit flüssigem Ammonium vermengt, entwickelt daraus Stickgas.

Das flüssige Ammonium darf keine Salzsäure enthalten; da man diefs aber nicht auf eine directe Weise mit salpetersaurem Silber ausmitteln kann, so mufs das Ammonium zuvor mit reiner Salpetersäure oder destillirtem Essig gesättigt und dann mit salpetersaurem Silber auf Salzsäure geprüft werden. Wenn in diesem Fall kein weifser Niederschlag entsteht, so ist es von Salzsäure vollkommen frei.

Unsere Vorfahren kannten dieses Gas nicht, sondern hielten das *Ammonium carbonicum* für festes, und die Auflösung des Gases in Wasser für flüssiges Ammonium.

Das Ammonium besteht aus:

Stickstoff	1	Atom	14	82,35
Wasserstoff	3	—	3	17,65
			17	100

Oder den Raumtheilen nach aus:

Stickgas	1	Volumen.
Wasserstoffgas	3	—

Anwendung. Es wird innerlich und äufserlich als Reizmittel gebraucht; äufserlich vorzüglich mit Oelen zu Linimenten, mit Alkohol, ätherischen Oelen und Seife zum Opodeldoc, zum Riechen bei Ohnmachten, gegen den Brand etc. Als Reagens, um viele Körper zu scheiden und aufzulösen, indem es die Oxyde von Kupfer, Zink, Gold, Silber etc. leicht auflöst.

Reduction des Ammoniums.

Von Berzelius, Pontin, Seebeck, Davy und vielen andern Chemikern sind Versuche angestellt worden, um die Gegenwart eines metallischen Körpers und die des Sauerstoffs im Ammonium nachzuweisen.

Zu diesem Zweck wurden Salmiak oder andere Verbindungen des Ammoniums in dem Kreis der Voltaischen Säule mit Quecksilber in Berührung gebracht, wo sich am — Pol ein Amalgam erzeugte. Hiebei schwillt das Quecksilber auf, nimmt einen fünf- bis sechsmal gröſseren Raum ein, wird fester und bleigrau von Farbe.

Aber diese Verbindung zersetzt sich schnell mit Wasser oder Aether, wobei sich Ammoniakgas und Wasserstoffgas entwickeln, und reines Quecksilber zurückbleibt. Es ist daher noch nicht möglich gewesen, die hier mit dem Quecksilber verbundene Substanz isolirt darzustellen. Man betrachtet sie als eine Verbindung aus 1 Atom Stickstoff mit 4 Atom Wasserstoff, weſshalb sie ein Atom Wasserstoff mehr enthalten würde, als sich im Ammonium selbst befindet. Dieser Gegenstand erfordert indessen noch genauere Versuche, um mehr aufgeklärt zu werden.

Sechster Abschnitt.

Salze (*Sels*).

Das Kochsalz ist fast das einzige Salz, welches schon in den frühesten Zeiten bekannt und im Gebrauch war. Späterhin erweiterte man die Bedeutung des Ausdrucks und nannte alle Körper Salz, welche einen eigenthümlichen Geschmack haben, in Wasser löslich sind und mehr oder weniger leicht krystallisiren. So hieſsen z. B. die Säuren, saure Salze, die Alkalien, alkalische Salze und die eigentlichen Salze aus Säuren mit Alkalien und Erden zusammengesetzt hieſsen Mittelsalze. Auch nannte man den Zucker *Sal essentiale Sacchari*. Die Weinsteinsäure *Sal essentiale Tartari*, das in durchsichtigen Blättern getrocknete *China extract: Sal essentiale Chinae* etc.

Heut zu Tage verstehen wir unter Salz nur die Verbindung einer Säure mit Erden, Alkalien und Metalloxyden, d. h. mit Oxyden oder salzbildenden Basen, welche sich

gegen Säuren possitiv verhalten. Hiernach unterscheidet man die erdigen, alkalischen und metallischen Salze.

Nach ihrer Neutralität theilt man die Salze ein: 1) in neutrale Salze; die auflöslichen derselben sind von einem rein salzigen Geschmack, und diese, so wie die unauflöslichen verändern die Pflanzenfarben nicht; als Beispiele hievon: Salpeter und Schwerspath;

2) in saure Salze; sie krystallisiren mit Ueberschufs von Säure. Beispiele davon sind: saures schwefelsaures Kali, Weinstein u. s. w.;

3) in basische Salze. Sie krystallisiren oder schlagen sich nieder mit einem Ueberschufs von Basis z. B. basisches essigsaures Blei, basisches kohlensaures Kali, etc.

Es kann sich aber auch eine Säure mit zwei Basen und eine Basis mit zwei Säuren verbinden. In diesem Falle nennt man die Producte Doppelsalze oder dreifache Salze, als: Alaun, Seignettensalz etc., oder Doppelsalze mit einer Säure.

Die Doppelsalze mit einer Basis sind z. B. weinsteinsaures Kali mit Boraxsäure.

Die Menge der Basis, womit eine Säure gesättigt wird, steht allezeit in einem bestimmten Verhältnifs mit denjenigen Quantitäten derselben Basis, die zur Sättigung einer andern Säure erfordert werden, so dafs man von den bekannten Mengen der Bestandtheile in einigen Salzen einen ziemlich sichern Schlufs auf ihre Mengen in andern Salzen machen kann.

Die Säuren besitzen ein und dieselbe Sättigungscapacität für alle Basen; d. h. die Mengen der verschiedenen Basen, welche zur Sättigung einer gegebenen Gewichtsmenge von einer und derselben Säure erforderlich sind, müssen allezeit eine und dieselbe Menge Sauerstoff enthalten.

Daher rührt es, dafs zwei im Wasser aufgelöste Neutralsalze, wenn sie sich einander zerlegen, ihre Neutralität behalten, wovon schon beim Artikel über die bestimmten Verhältnissen die Rede war. Hieraus geht deutlich hervor, dafs wenn die Sättigungscapacität einer Säure bekannt ist, man leicht berechnen kann, wie viel sie von

jedem oxydirten Körper, dessen Sauerstoffgehalt ebenfalls bekannt ist, zu einer neutralen Verbindung aufzunehmen im Stande ist.

Nur der Gehalt an Krystallwasser läſst sich nicht berechnen, sondern muſs durch Versuche aufgefunden werden.

Mitscherlich hat dargethan, daſs Körper von verschiedener Zusammensetzung eine gleiche Krystallform annehmen können; daſs nämlich die phosphorsauren und arseniksauren Salze von derselben Basis, in dem gleichen Sättigungsgrad, und mit derselben Anzahl Atome Wasser verbunden, auf dieselbe Weise krystallisiren und einander auch darin gleichen, daſs sie vorzugsweise dieselben secundären Formen annehmen.

Bei den Salzen, welche Kali, Natron, Ammonium, Baryt und Bleioxyd zur Basis haben, ist es daher für die Krystallfigur gleichgültig, ob sie mit Phosphorsäure oder mit Arseniksäure verbunden sind.

Mitscherlich fand ferner, daſs folgende Basen mit Schwefelsäure verbunden, eine besondere Gruppe von gleichkrystallisirenden Körpern bilden, als Kalk, Magnesia, Eisenoxydul, Manganoxydul, Zinkoxyd, Nickeloxyd, Kobaltoxyd und Kupferoxyd; zu gleicher Zeit fand er, daſs Baryt, Strontian und Bleioxyd eine andere, so wie Eisenoxyd und Thonerde eine dritte Gruppe bilden. Die Körper, welche zu denselben Gruppen gehören, nennt er isomorphe. Mitscherlich hat auſserdem noch bewiesen, daſs Schwefelsäure, Selensäure und Chromsäure mit denselben Basen isomorphe Salze hervorbringen, so oft die Salze wasserfrei sind oder eine gleiche Atomenzahl von Krystallwasser enthalten.

Da sich fast jede Säure mit jeder Basis verbinden kann, so findet man die Anzahl der daraus entstehenden Salze, wenn man die Zahl der Säuren mit der Zahl der Basen multiplicirt. Auf diese Weise kann man eine Anzahl von wenigstens 2000 Salzen herausbringen, wovon aber bis jezt der kleinste Theil untersucht ist, und angewendet wird.

Fast alle Salze sind fest, und krystallisirbar, nur die saure fluſssaure Kieselerde ist gasförmig, und das basische fluſsboronsaure Ammonium ist flüssig.

Alle Salze aufgelöst oder mit Wasser angefeuchtet, werden durch die Voltaische Säule zerlegt. Die Basis erscheint am negativen, und die Säure am positiven Pol; oder wenn das Oxyd selbst leicht reducirbar ist, so geht das Metall auf die negative Seite über, und der Sauerstoff desselben erscheint mit der Säure am positiven Pole.

Die Salze sind entweder luftbeständig oder sie verändern sich an der Luft; im letzteren Falle verwittern oder zerfließen sie; beide Erscheinungen, das Verwittern (Zerfallen oder Effloresciren) und Zerfließen (Deliquescenz) sind von der trocknen oder feuchten Luft abhängig.

Einige Salze sind ohne allen Geschmack und ganz unauflöslich im Wasser; die zerflieslichen Salze aber lösen sich, mit wenigen Ausnahmen, im Weingeist auf.

Alle Salze, welche Erden oder Alkalien zur Basis haben, sind farblos. Alle sind ohne Geruch, mit Ausnahme derjenigen, welche sehr flüchtig sind, als: kohlensaures Ammonium, die saure flußsaure Kieselerde etc.

Die meisten Salze sind auflöslich im Wasser und lassen sich durch Hinwegnahme des Auflösungsmittels in trockner Gestalt darstellen, wobei sich mehrere in regelmäßiger Form als Krystalle abscheiden.

Von der Krystallisation.

Schon bei der Cohäsion haben wir gesehen, daß Körper aus einer Flüssigkeit allmählich in den festen Zustand übergehen können. In diesem Falle vereinigen sich gewöhnlich die einzelnen Theile nach bestimmten Gesetzen, zu regelmäßigen geometrischen Körpern, die sich durch glatte Flächen und bestimmte, bei derselben Materie unveränderliche Winkel der Ecken und Kanten auszeichnen. Diese Aggregate heißen Krystalle, zum Gegensatz von den unkrystallisirten rohen oder derben Körpern (*corpora amorpha.*)

Wir nennen daher einen Körper krystallisirt, wenn sein äußerer Umriß aus einer bestimmten Anzahl Flächen und Ecken besteht, welche nach feststehenden unveränderlichen Regeln zusammengesetzt sind.

Bedingungen zur Krystallisation.

Der Körper muſs, um Krystalle zu bilden, in den tropfbaren oder elastisch-flüssigen Zustand versetzt werden. Dieſs geschieht entweder durch erhöhte Temperatur, z. B. durch Schmelzen (Schwefel) oder dadurch, daſs der Körper in einer Flüssigkeit aufgelöst wird.

Durch Entziehung des Auflösungsmittels oder durch Abkühlen werden alsdann die Krystalle gebildet. Je langsamer diese Ursachen, welche die Liquidität veranlassen, hinweggeräumt werden, desto gröſser und regelmäſsiger gestalten sich die Krystalle.

Ruhe bei der Auflösung ist vor Allem nothwendig. Durch Erschütterung werden zwar die Krystalle in kurzer Zeit, aber in verworrener Gestalt hervorgebracht. Im Moment des Krystallisirens wird Wärme frei. Das Krystallwasser gibt den Krystallen oft Durchsichtigkeit, oder Farbe und Zusammenhang.

Auſser dem Krystallwasser enthalten sie zuweilen auch noch etwas mechanisch eingeschlossene Mutterlauge in ihren Poren; z. B. Salpeter, Alaun etc. Aufs Feuer gebracht, verwandelt sich dieses Wasser in Dampf, und zersprengt die Krystalle, d. h. sie verknistern oder decrepitiren, als: Kochsalz, Kalkspath, Brechweinstein, essigsaures Kupfer, salpetersaurer Baryt etc.

Aeuſsere Gestalt der Krystalle.

Alle Krystallformen können auf folgende Stammgestalten reducirt werden: das Tetraëder, das Octaëder, die vierseitige Säule, die sechsseitige Säule, das Rhomboidaldodekaëder, das Pentagonaldodekaëder, das Bipyramidaldodekaëder, und das Ikosaëder, welche durch Abstumpfungs-, Zuschärfungs- und Zuspitzungsflächen mannichfaltig verändert werden.

Manche Stoffe von verschiedener chemischer Natur nehmen doch dieselbe Krystallgestalt an; so sind z. B. Bleiglanz, Fluſsspath und Kochsalz, Würfel; Alaun und Salmiak Octaëder.

Innerer Bau der Krystalle.

Die meisten Krystalle lassen sich mehr oder weniger leicht nach gewissen Richtungen, die unter einander bestimmte Winkel machen, spalten, d. h. sie lassen sich in vielen Fällen nach gewissen, in geraden Ebenen liegenden Richtungen leichter trennen als nach andern; sie zeigen dabei viele sich unter verschiedenen Winkeln durchschneidende Durchgänge.

Diese auf verschiedene Weise leicht zu bewerkstelligende Spaltbarkeit eines krystallisirten Körpers nach gewissen Richtungen zeigt sich nicht nur bei der mechanischen Trennung, sondern auch, wie Daniel entdeckt hat, bei der chemischen Einwirkung gewisser Auflösungsmittel, welche unförmliche Massen langsam auflösen. Der nur zum Theil angegriffene rohe Körper zeigt nun nach der Richtung der Blätterdurchgänge Vertiefungen, wodurch er das Ansehen eines krystallisirten Körpers erhält. Wenn man z. B. ein Stück Grauspiefsglanzerz in geschmolzenes Schwefelantimon bringt, und es eine Zeit lang darin liegen läfst, so wird etwas davon aufgelöst, und die zuvor rohe Masse erscheint nun in einzelnen Krystallen.

Ausdehnung der Krystalle.

Die Krystalle vom regulären Systeme dehnen sich nach allen Diagonalen gleichförmig aus; die Krystalle aber, deren Grundform nicht zu dem regulären Systeme gehören, werden durch Wärme ungleichmäfsig nach den ungleichen Diagonalen ausgedehnt, so dafs sich die Gröfse der Winkel mit der Temperatur ändert, obgleich diese Veränderung nur unbedeutend ist. (Mitscherlich). Nach ihm und Fresnel soll diese Veränderung der Krystalle auch im polarisirten Lichte bemerkt werden.

Eintheilung der Salze.

Die Salze können in Classen gebracht werden, indem man solche Salze an einander reihet, welche entweder dieselbe Säure oder dieselbe Basis haben. Wir werden hier

die erste Eintheilungsart annehmen, und solche Salze, welche eine und dieselbe Säure enthalten, und folglich einen gemeinschaftlichen Charakter haben, wodurch man sie unterscheiden kann, nach der Säure als Gattung aufstellen, und diese nach den respectiven Basen wieder in Arten oder Species eintheilen. So würden die salpetersauren, schwefelsauren, phosphorsauren Salze u. s. w. Gattungen seyn, wo hingegen das schwefelsaure Natron, der salpetersaure Baryt, der phosphorsaure Kalk die Arten oder Species jener Gattungen bilden würden. Aufserdem ertheilen die Säuren den Salzen in den meisten Fällen, wie schon gesagt wurde, einen mehr ausgezeichneteren Charakter als die Basen.

Die Mineralogen aber und auch einige Chemiker theilen die Salze nach den Basen ein, so dafs die Kalksalze, die Natronsalze etc. besondere Gruppen ausmachen, und diefs hat auch oft, wenn man sie nach ihrer äufseren Beschaffenheit beurtheilen will, einen Vortheil, namentlich bei den erdigen und metallischen Salzen. Die alkalischen Salze aber, und vorzüglich ihre Auflösungen, lassen sich in den meisten Fällen, wie schon gesagt, schneller nach dem Charakter der Säuren auffinden.

Wir betrachten defshalb aus obigen Gründen die Verbindung einer Säure mit den erdigen und alkalischen Basen als eine Gattung (Genus) und nach den Basen nennen wir sie Arten der Salze (Species.)

Berzelius hat die Salze in Sauerstoffsalze, in Haloidsalze und in Schwefelsalze eingetheilt; leztere haben wir zum Theil den Schwefelverbindungen oder den hydrothionsauren Salzen eingeschaltet. In die Gruppe der Schwefelsalze hat Berzelius die wasserstoffschweflichen, kohlenschweflichen, wasserstoff-cyanschweflichen, arsenikschweflichen, arsenichtschweflichen und molybdänschweflichen Salze gebracht, wovon aber nur wenige hinreichend bekannt sind.

A. Sauerstoffsalze oder Salze, in welchen die Säure Sauerstoff enthält.

a) Schwefelsaure Salze. (*Sulfates.*)

So nennt man die Verbindungen der Schwefelsäure mit den Basen.

Die mehrsten Sulfate sind im Wasser löslich. Ganz unauflöslich ist das Sulfat des Baryts; wenig auflöslich sind der schwefelsaure Strontian und der schwefelsaure Kalk.

Die auflöslichen schwefelsauren Salze können dadurch geprüft und erkannt werden, daſs man ihre Auflösungen in Wasser mit Bleizucker oder mit Barytsalzen, welche ebenfalls in Wasser aufgelöst sind, versetzt, wodurch ein weiſser schwerer, in Salpetersäure ganz unauflöslicher Niederschlag entsteht.

Auch werden ihre nicht allzusehr verdünnten Auflösungen durch Alkohol getrübt, indem sich der Weingeist mit dem Wasser vereinigt, wodurch das Salz selbst niedergeschlagen wird.

Die schwefelsauren Salze, sie mögen unauflöslich oder auflöslich im Wasser seyn, erleiden, wenn sie mit Kohlenpulver vermengt, in einem bedeckten Tiegel geglüht werden, eine Zersetzung. Die Kohle verbindet sich nämlich mit dem Sauerstoff der Säure und mit dem Sauerstoff der Basis, und entweicht als kohlensaures oder Kohlenoxydgas, wobei der Schwefel mit der reducirten Basis verbunden, zurückbleibt. Bei einer sehr starken Hitze wird bei einigen Sulfaten zuletzt etwas Schwefel selbst ausgetrieben. Die im Tiegel zurückgebliebene Masse zersetzt das Wasser und entwickelt Schwefelwasserstoffgas, wenn sie mit einer wässerigen Säure benetzt wird; eine Erscheinung, wodurch die schwefelsauren Salze hinreichend beurtheilt werden können.

Ein in Wasser unauflösliches schwefelsaures Salz, wie z. B. der Schwerspath kann auch noch sehr gut auf folgende Weise entdeckt werden: man vermengt es im gepulverten Zustande mit dem dreifachen seines Gewichts reinem kohlensaurem Natron und läſst das Gemeng eine halbe Stunde im

Platintiegel glühen. Es erfolgt hiebei eine doppelte Zersetzung, und wenn man nun den Rückstand mit warmem Wasser behandelt und die filtrirte Flüssigkeit durch reine Salpetersäure oder Salzsäure neutralisirt, so wird durch Zusatz von salzsaurem Baryt ein in Säuren unauflösliches Baryt-Sulfat aus der Auflösung niederschlagen.

Bei Untersuchung ganz kleiner Quantitäten von unauflöslichem Sulfat erhitzt man ein Gemeng desselben mit kohlensaurem Natron vor dem Löthrohr auf Kohle in der Reductionsflamme. Es bildet sich dabei etwas Schwefelnatrium, welches mit Wasser benetzt auf dem Silber einen braunen oder schwarzen Fleck hervorbringt. Wenn man das gebildete Schwefelnatrium mit einigen Tropfen Säure benetzt, so bemerkt man einen deutlichen Geruch nach Schwefelwasserstoffgas.

Sind die Salze sauer, so entwickeln sich beim Glühen zwei Volumina schwefeligsaures Gas und ein Volumen Sauerstoffgas.

Die mehrsten neutralen Sulfate (alkalischer und erdiger Basis) sind feuerbeständig und erleiden durch ein anhaltendes Glühen keine Veränderung.

Unter allen Säuren hat die Schwefelsäure im Allgemeinen die gröſste Affinität zu den Basen, nur durch Phosphorsäure und Boraxsäure wird sie bei der Glühhitze von denselben getrennt.

Diejenigen Basen, welche die Schwefelsäure sättigen sollen, müssen nur den dritten Theil so viel Sauerstoff enthalten, als die Säuren, weſshalb in einer Quantität Erde oder Alkali, welche 100 Theile Schwefelsäure neutralisirt, zwanzig Theile Sauerstoff zugegen seyn müssen. Dieſs Verhältniſs nennt man die Sättigungscapacität der Säure, wovon schon bei den chemischen Proportionen die Rede war.

1) Schwefelsaurer Baryt. Schwerspath. (*Sulfate de Baryte.*)

Er kommt im Mineralreich theils krystallisirt, theils compact vor, und hat ein specifisches Gewicht von 4 bis 4,470.

Ohne Geschmack, unauflöslich im Wasser und in verdünnten Säuren. Läſst sich in kochender concentrirter Schwefelsäure etwas auflösen, und wird daraus durch Wasser wieder niedergeschlagen.

Er verknistert auf einer glühenden Kohle und schmilzt vor dem Löthrohr zu einem undurchsichtigen Email.

Mit Kohlenpulver gemengt und geglüht, wird er in Schwefelbarium verwandelt.

Mit kohlensaurem Kali gekocht oder geglüht, bilden sich kohlensaurer Baryt und schwefelsaures Kali, jedoch ist die Zersetzung nur unvollständig.

Er kann auch künstlich bereitet werden, wenn man eine Auflösung von salzsaurem Baryt mit einer Auflösung von schwefelsaurem Natron vermengt, und dann stellt er ein schweres weiſses Pulver dar.

Der hyposchwefelsaure Baryt unterscheidet sich von dem schwefelsauren Baryt durch seine groſse Auflöslichkeit im Wasser; er krystallisirt leicht in glänzenden vierseitigen Pyramiden, welche 10⅗ pr. C. Krystallwasser enthalten. Durch die Hitze und selbst durch das Aufkochen der Auflösung wird er nicht in schwefelsauren Baryt verwandelt, wohl aber durch die Einwirkung der Salpetersäure.

Der schwefelsaure Baryt besteht aus:

Baryt	1 Atom	=	76,6	— 65,22
Schwefelsäure	1 „	=	40	— 34,78
			116,6	100.

Anwendung. Der schwefelsaure Baryt dient als Schmelzmittel in den Kupferschmelzwerken in Birmingham, und zur Bereitung der Barytsalze.

Die schweflichsauren Salze kann man an ihrem eigenen Geschmack, welcher ganz dem der schweflichen Säure ähnlich ist, erkennen. Schwefelsäure entwickelt aus ihnen den Geruch von schweflichsaurem Gas auch ohne Hülfe der Wärme. Sind sie in Wasser aufgelöst, so absorbiren sie Sauerstoff aus der Luft und verwandeln sich nach und nach in schwefelsaure Salze. Mit Salpeter vermengt, und in einen glühenden Tiegel getragen, verpuffen sie.

Der schweflichsaure Baryt ist ein weifses in Wasser unauflösliches Pulver, was sich in einem Ueberschusse von schweflicher Säure auflöst und aus der Auflösung bei langsamem Abdampfen krystallisirt.

Der unterschweflichsaure Baryt wird gebildet, wenn man eine Auflösung von Schwefelbarium an die Luft stellt, woraus er allmählich in Nadeln krystallisirt. Das Salz ist in Wasser nur wenig auflöslich.

2. Schwefelsaurer Strontian. Cölestin. (*Sulfate de Strontiane.*)

Findet sich in Massen auf dem Montmartre bei Paris, in prismatischen Krystallen von besonderer Schönheit in Sicilien und in andern Gegenden. Der durch Kunst hervorgebrachte ist ein weifses Pulver. Specifisches Gewicht = 3,500 bis 3,900. Löst sich in 3840 kochendem Wasser auf; besser aber in concentrirter Schwefelsäure. Verhält sich im Feuer und mit der Kohle, wie der schwefelsaure Baryt. Wird nur in Laboratorien zur Bereitung der Strontiansalze gebraucht; besteht aus:

Strontian	1	Atom	=	52	— 56,52
Schwefelsäure	1	„	=	40	— 43,48
				92	— 100.

Der hyposchwefelsaure Strontian krystallisirt in grofsen sechsseitigen Tafeln, welche 22,5 Wasser enthalten. Er ist luftbeständig, schmeckt bitter und löst sich nach Heeren in 4,5 kaltem und in 1,5 kochendem Wasser auf.

Der schweflichsaure Strontian ist ein weifses in Wasser unauflösliches Pulver, welches an der Luft Sauerstoff absorbirt und sich allmählich in schwefelsauren Strontian verwandelt.

Der unterschweflichsaure Strontian kann dargestellt werden, wenn man in eine Auflösung des Schwefelstrontiums in Wasser so lange schweflichsaures Gas streichen läfst, bis die Flüssigkeit entfärbt ist, wobei Schwefel niedergeschlagen wird. Der Weingeist schlägt das Salz in atlasglänzenden rhomboidalen Krystallen aus der Auflösung

nieder. Es bildet sich auch, wenn man die wässerige Lösung des Schwefelstrontiums an der Luft stehen läfst, bis sie entfärbt ist; in diesem Fall schlägt sich kohlensaurer Strontian nieder. Durch behutsames Abdampfen der filtrirten Flüssigkeit setzt sich das Salz in Krystallen ab. Die neutralen Krystalle haben einen etwas schweflichen Geschmack und sind unveränderlich an der Luft. Beim Erhitzen entwickelt sich Schwefel und der Rückstand enthält nun schwefelsauren Strontian und Schefelstrontium.

Das Salz ist nach Herschel in 4 Theilen kaltem und in 1¾ Theilen kochendem Wasser auflöslich und besteht aus:

Strontian	1	Atom	52	35,9
Unterschwefliche Säure	2	—	48	33,1
Wasser	5	—	45	31,0
			145	100

3) Schwefelsaures Kali. (*Sulfate de potasse.*)

Arcanum duplicatum. Sal de duobas. Tartarus vitriolatus. Sal polychrestum Glaseri.

Findet sich natürlich im Polyhalit, in der Asche vieler Pflanzen, und in den Alaunwerken von Tolfa und Piombino etc.

Wird am häufigsten aus dem Rückstand in den Scheidewasserbrennereien und bei andern Gelegenheiten in Fabriken als Nebenproduct gewonnen.

Ist unveränderlich an der Luft. Hat einen wenig bitteren Geschmack, löst sich in 10 Theilen kaltem und in 4 Theilen kochendem Wasser auf. Krystallisirt in vierseitigen geschobenen Säulen. Die Krystalle sind sehr hart, enthalten kein Krystallwasser, verknistern im Feuer und schmelzen erst nach dem Rothglühen, ohne Säure zu verlieren. Zersetzbar durch Kohle beim Glühen.

Das schwefelsaure Kali besteht aus:

Kali	1	Atom	47,2	54,1
Schwefelsäure	1	—	40	45,9
			87,2	100

Anwendung. Zur Bereitung des Alauns. Als Arzneimittel zum innerlichen Gebrauch.

Saures, schwefelsaures Kali.

Kann erhalten werden, wenn man das neutrale Salz mit der Hälfte seines Gewichts concentrirter Schwefelsäure erhitzt, bis keine Schwefelsäure mehr entweicht.

Krystallisirt in federartigen, sehr biegsamen Nadeln. Löst sich in 2 Theilen kaltem und in weniger als einem Theil kochendem Wasser auf.

Bei dem langsamen freiwilligen Abrauchen der Flüssigkeit an der Luft bilden sich Haarröhrchen, durch welche das Salz aus den Gefäſsen steigt und sich nach und nach auf eine weitere Entfernung verbreitet.

Ist leicht schmelzbar und flieſst wie Oel. Bei einem anhaltenden Glühen gibt es Sauerstoffgas und schweflichsaures Gas, und neutrales schweflichsaures Kali bleibt als Rückstand.

Anwendung. Zur Ausscheidung der Essigsäure von ihren Basen, zur Analyse derjenigen Mineralien, welche Tantal und Wolfram enthalten.

Alle Kalisalze werden in concentrirter Auflösung von der Weinsäure weiſs und vom Platinsalz gelb niedergeschlagen.

Das saure schwefelsaure Kali besteht aus:

Kali	1	Atom	47,2	32,5
Schwefelsäure	2	—	80	55,1
Wasser	2	—	18	12,4
			145,2	100

Phillips hat ein saures schwefelsaures Kali von ungewöhnlicher Zusammensetzung beschrieben, welches bei der Destillation von gleichen Theilen Salpeter und Schwefelsäure erhalten wurde; als er das dabei zurückbleibende

saure Salz in wenigem warmen Wasser auflöste und erkalten liefs, bildeten sich feinfaserige Krystalle, die von dem gewöhnlichen zweifach schwefelsauren Salze ganz verschieden waren. Durch die Analyse ergab sich folgende Zusammensetzung:

52,45	Schwefelsäure
42,8	Kali
4,75	Wasser,

die Krystalle sind daher als eine Art von Doppelsalz, bestehend aus Kali und Wasser, zu betrachten.

Das unterschwefelsaure Kali krystallisirt in zwölfseitigen Säulen ist luftbeständig, schmeckt bitter, verknistert stark in der Hitze und löst sich nach Heeren in 16,5 Theilen kaltem und in 1,58 Theilen kochendem Wasser auf.

Das schweflichsaure Kali oder Stahls Schwefelsalz wird erhalten, wenn man schweflichsaures Gas in eine Auflösung von kohlensaurem Kali streichen läfst.

Krystallisirt in vierseitigen Säulen und ist von einem durchdringenden stechenden Geschmack.

Das Salz verknistert in der Hitze und entwickelt durch Hinzusetzen von Schwefelsäure, schweflichsaures Gas; eine Eigenschaft, welche allen schweflichsauren Salzen gemein ist.

An der Luft wird es undurchsichtig, nimmt nach und nach Sauerstoff auf und verwandelt sich in neutrales schwefelsaures Kali. Es löst sich in seinem Gewicht kaltem und in noch weniger heifsem Wasser auf.

Das unterschweflichsaure Kali wird erhalten, wenn man eine Auflösung von schweflichsaurem Kali mit Schwefel kocht, wobei sich die schwefliche Säure durch die Aufnahme von Schwefel in unterschwefliche Säure verwandelt. Krystallisirt in durchsichtigen vierseitigen Säulen von bitterem Geschmack, welche an der Luft zerfliefsen. In Weingeist ist das Salz nicht auflöslich.

4) Schwefelsaures Natron.

Sal mirabile Glauberi. Glaubersalz. (*Sulfate de Soude.*)

Es wird in einigen Mineralquellen und Salzsoolen angetroffen. In den Salzgebirgen von Berchtesgaden in concretem Zustande. In Spanien mit Gyps als Glauberit. Aufserdem befindet sich bei Aranjuez eine reiche Salzquelle, aus welcher reines wasserfreies Glaubersalz, welches kaum ein Viertheil pCt. kohlensaures Natron enthält, krystallisirt. Rodas benutzt jene Quelle auf Natron und Seife.

Das schwefelsaure Natron wird auch in der Asche der Seepflanzen angetroffen, vorzüglich aber als Nebenproduct bei Bereitung der Salzsäure, des Salmiaks etc. gewonnen.

Entdeckt von Glauber. Krystallisirt in grofsen durchsichtigen sehr glänzenden sechsseitigen Säulen mit ungleich gestreiften Flächen. Verwittert an der Luft und verliert die ganze Quantität seines Krystallwassers, was andere Salze nur höchstens bis zur Hälfte verlieren. Schmilzt in seinem Krystallwasser und geräth später beim Rothglühen in feurigen Flufs. Einige Natronsalze können daran von den Kalisalzen unterschieden werden, dafs etwas von ersteren auf Platindraht geschmolzen und die Flamme des Löthrohrs so darauf geleitet wird, dafs die Spitze der innern Flamme die Perle berührt, wodurch die äufsere Flamme eine starke gelbe Farbe annimmt. Das salzsaure Kali hingegen färbt die äufsere Flamme des Löthrohrs deutlich violett. Um die Kaliverbindungen von denen des Natrons zu unterscheiden, hat Harkort die von Kirwan gemachte Beobachtung, dafs Nickeloxyd das Kaliglas blau und das Natronglas braun färbe, benutzt, um dadurch am Löthrohr das Kali in Salzen und Mineralien wahrzunehmen, wodurch sich auch wirklich kleine Mengen von Kali entdecken lassen.

Man schmilzt Nickeloxyd mit Borax zu einem braunen Glase zusammen, und löst darin die Substanz, worin man Kali vermuthet auf. Das Blau ist von derselben Nüance, wie eine verdünnte Auflösung von Nickeloxyd in kaustischem Ammoniak.

Das getrocknete Salz mit seinem Gewicht Wasser übergossen, erstarrt mit demselben und es wird dabei Wärme frei. Das krystallisirte Salz hingegen mit Wasser übergossen, bindet Wärmestoff.

Werden 50 Theile concentrirte Schwefelsäure mit 55 Theilen Wasser vermengt, und in 4 Pfund der abgekühlten Flüssigkeit krystallisirtes gepulvertes Glaubersalz gebracht, so fällt das Thermometer von + 8° auf — 6,4. Durch obiges Gemeng läfst sich nach Decourdemange im Sommer Eis machen.

Mit Kieselerde geglüht, entweicht die Schwefelsäure und es bildet sich Glas.

Es löst sich in 2 Theilen kaltem und in noch weniger als 1 Theil hochendem Wasser auf; oder genauer: 100 Theile Wasser bei 18° lösen 48 Theile, bei 25° 100 Theile, bei 33° die gröfste Menge, nämlich 322 Theile und bei 50,4° 262 Theile krystallisirtes Glaubersalz auf. Die bei 50° erwärmte concentrirte Flüssigkeit setzt Krystalle ab, welche weniger Krystallwasser als das gewöhnliche Glaubersalz enthalten, an der Luft nicht verwittern und bei einer gelinden Wärme nicht schmelzen.

Man war früher der Meinung, dafs diefs Salz nur beim Druck der Luft krystallisiren könne; allein Gay-Lussac hat gefunden, dafs der Luftdruck nichts dazu beitrage; die kleinste Luftblase, welche man in die Flüssigkeit treten läfst, kann schon die Krystallisation hervorbringen — eine Erscheinung, welche nur diesem Salze eigenthümlich ist. Wenn man die kochende concentrirte Auflösung mit Terpentinöl oder Baumöl übergiefst, welches sie gegen den Zutritt der Luft verwahrt, so entsteht keine Krystallisation, und man kann die Flüssigkeit unter diesen Umständen Monate lang aufbewahren. Durch Hineintauchen eines festen Körpers aber, oder durch Hineinblasen vermittelst einer Glasröhre, bilden sich die Krystalle unter Entwickelung von Wärme augenblicklich.

Wasserstoffgas bewirkt die Krystallisation einer concentrirten Auflösung nicht, wohl aber Alkohol und Luft. Von

beiden letzteren nimmt Graham an, daſs sie sich im Wasser der concentrirten Flüssigkeit auflösen, wodurch etwas Salz abgeschieden und somit die plötzliche Krystallisation herbeigeführt wird.

Anwendung. Das Glaubersalz wird als Heilmittel zum innerlichen Gebrauch, zur Bereitung des Glases und des Natrons benutzt. Alle Natronsalze sind in Wasser sehr auflöslich und können durch kein Reagens niedergeschlagen werden. Werden die Natronsalze vermittelst eines Platindrahts der Löthrohrflamme ausgesetzt, so ertheilen sie derselben eine gelbe Flamme.

Das schwefelsaure Natron besteht aus:

Natron	1	Atom	31,3	19,4
Schwefelsäure	1	—	40	24,8
Wasser	10	—	90	55,8
			161,3	100

Das schwefelsaure Natron, welches gewöhnlich mit einem Gehalt von 55 pCt. Krystallwasser erhalten wird, kann auch ohne Wasser krystallisirt dargestellt werden.

Hensmans hat gezeigt, daſs dieſs statt findet, wenn man eine concentrirte Auflösung des Salzes allmählich bei einer höheren Temperatur als die, wobei es gewöhnlich anschieſst, verdunsten läſst. Dieser Umstand hat deſshalb um so mehr Aufmerksamkeit erregt, da man kürzlich in Spanien in der Nähe von Aranjuez (*Salines d'Espartines*) diese Bildung wasserfreier Krystalle während der Sommermonate in der Flüssigkeit statt finden sah, die aus einer Oeffnung eines Bassins mit solchem Salzwasser aussickerte. Das wasserfreie Salz schieſst in Krystallen an, die von einem Prisma mit rhombischer Basis abgeleitet werden können, und ist von Gasaseca analysirt und beschrieben worden; er nannte dasselbe, indem er es als ein Mineral betrachtete, Thenardit.

Das saure oder doppelschwefelsaure Natron wird erhalten, wenn man 10 Theile wasserfreies Glaubersalz mit 7 Theilen concentrirter Schwefelsäure übergieſst, und bei gelinder Wärme bis zum Schmelzen erhitzt. Das Wasser aus der Schwefelsäure verflüchtigt sich, und man

setzt das Erhitzen fort, bis ~~dafs~~ die Masse ruhig fliefst. Das Salz ist sehr sauer, löst sich in Wasser leicht auf und krystallisirt aus der kochend heifsen gesättigten Auflösung nach dem Erkalten in langen vierseitigen Säulen mit schiefer Endfläche. Die Krystalle verwittern nicht an der Luft, sondern ziehen vielmehr etwas mehr Feuchtigkeit an. Werden sie in einer Retorte allmählich erhitzt, so verlieren sie ihr Krystallwasser, alsdann entwickelt sich bei fortgesetztem Glühen schwefeligsaures Gas mit Sauerstoffgas und zuletzt geht wasserfreie Schwefelsäure in die Vorlage über.

Das unterschwefelsaure Natron kann durch Zersetzung des unterschwefelsauren Baryts vermittelst Glaubersalzauflösung dargestellt werden. Das Salz schiefst in grofsen durchsichtigen Krystallen an, welche luftbeständig sind. Sie sind in 2,1 kaltem und in 1,1 kochendem Wasser auflöslich. (Heeren.)

Das krystallisirte unterschwefelsaure Natron besteht aus:

Natron	1	Atom	31,3	25,81
Unterschwefelsäure	1	—	72	59,35
Wasser	2	—	18	14,84
			121,3	100

Das schwefelichtsaure Natron wird erhalten, wenn man in eine Auflösung von kohlensaurem Natron schwefelichtsaures Gas streichen läfst. Das basische Salz krystallisirt in gedrückten vierseitigen und sechsseitigen Säulen in zwei Flächen zugeschärft. Es hat einen schwefeligen stechenden Geschmack, löst sich in vier Theilen kaltem und in weniger als gleichen Theilen kochendem Wasser auf. An der Luft verwittert es und verwandelt sich nach und nach in schwefelsaures Natron.

Das saure schwefelichtsaure Natron, was sich bildet, wenn man die Natronlauge mit schwefelichtsaurem Gas stark übersättigt, ist krystallisirbar und die Auflösung in Wasser dient als Bleichmittel für Strohgeflechte.

Das unterschwefelichtsaure Natron wird gebildet, wenn man eine Auflösung von schwefelichtsaurem Natron mit Schwefel kocht, oder wenn man eine concentrirte

Auflösung von Schwefelnatrium der Luft aussetzt. Es krystallisirt in vierseitigen Prismen von kühlenden und schwefeligem Geschmack, welche luftbeständig sind. Sie lösen sich in Wasser leicht auf, sind aber in Weingeist unauflöslich. Chaussier, welcher diefs Salz zuerst darstellte, wendete es als Arzneimittel zum innerlichen Gebrauch an.

5) Schwefelsaures Lithion. (*Sulfate de lithium.*)

Das Salz krystallisirt in glänzenden vierseitigen Säulen, welche 14,41 pCt. Wasser enthalten, sich im Wasser leicht auflösen und an der Luft unveränderlich sind. Mit einem geringen Zusatz von Gyps ist das Salz noch vor dem Rothglühen schmelzbar.

Wird die Auflösung mit phosphorsaurem Natron vermengt und abgedampft, so trübt sich die Flüssigkeit und nach dem völligen Abrauchen und Wiederauflösen in Wasser bleibt ein weifses Pulver zurück, welches Lithion enthält, eine Erscheinung, welche mit allen auflöslichen Lithionsalzen durch phosphorsaures Natron hervorgebracht wird.

Das schwefelsaure Lithion besteht aus:

Lithion	1	Atom	16	28,57
Schwefelsänre	1	—	40	71,43
			56	100

Ein saures schwefelsaures Lithion gibt es nach Arfvedson nicht.

6) Schwefelsaures Ammonium. (*Sulfate d'ammoniaque.*)

Wurde von Glauber entdeckt und war bekannt unter dem Namen von *Sal ammoniacum secretum Glauberi;* es wird in einigen Alaunwerken angetroffen, ferner kommt es an den Lagunen im Toscanischen als Mascagnin vor.

Krystallisirt in sechsseitigen mit zwei breiten Seitenflächen versehenen Prismen, welche einen scharfen bittern Geschmack haben. Ist unveränderlich an der Luft; in zwei Theilen kaltem und in einem Theil kochendem Wasser auflöslich.

Wird bei der Salmiakfabrication erzeugt, indem das kohlensaure Ammonium in Gyps geleitet wird.

Durch die Hitze zersetzt es sich und wird sauer; wobei sich saures schweflichtsaures Ammonium sublimirt und Stickstoffgas entweicht.

Ist ohne Nutzen. Besteht aus:

Ammonium	1	Atom	17	22,7
Schwefelsäure	1	—	40	53,3
Wasser	2	—	18	24
			75	100

Wird das schwefelsaure Ammonium mit Kali und Natron versetzt, so entstehen Doppelsalze, welche krystallisiren und sich an der Luft nicht verändern.

Das schwefeligsaure Ammonium krystallisirt in sechsseitigen Säulen mit sechsseitigen Pyramiden, welche einen scharfen schwefeligen Geschmack haben. Das Salz zieht die Feuchtigkeit aus der Luft an und verwandelt sich nach und nach in schwefelsaures Ammonium. Es löst sich in seinem Gewicht kaltem Wasser auf.

Wenn man nach Döbereiner schwefeligsaures Gas und Ammoniakgas zusammentreten läſst, so verdichten sich diese beiden Gasarten zu einem gelbbraunen Dampf, der sich als eine feste hellbraune Masse absetzt und wasserfreies schwefeligsaures Ammonium darstellt. Durch einen Zusatz von wenig Wasser wird die Masse weiſs und verwandelt sich nun in ein wasserhaltiges Salz. Beim Erhitzen verknistert es, verliert einen Antheil Wasser und Ammonium, worauf sich alsdann ein saures schwefeligsaures Ammonium sublimirt.

Das schwefeligsaure Ammonium ist von Berzelius mit Erfolg angewendet worden, um das Selen aus seiner Säure zu reduciren.

Kein Ammoniaksalz ist feuerfest; alle werden bei der Hitze zersetzt oder verflüchtigt; alle werden durch Kali, Kalk etc. zerlegt, wobei sich das Ammonium als Gas entwickelt.

7) Schwefelaurer Kalk.

Gyps. Selenit. Sulfate de chaux.

Kommt vor, theils krystallisirt und durchsichtig im Marienglas, oder körnig und durchscheinend als Alabaster. Seltener ohne Wasser als Anhydrit oder Muriacit.

In vielen Quellwassern befindet er sich aufgelöst.

Künstlich bereitet krystallisirt er in kleinen Nadeln von Seidenglanz. Verliert mit Prasseln bei der Hitze 21 Theile Krystallwasser. Der schwach gebrannte Gyps absorbirt das Wasser begierig und bildet damit einen Teig, der bald erhärtet; er wird zu Gypsabgüssen von Medaillen, zu Büsten u. dgl., und mit Leimwasser zu künstlichem Marmor (*Stucco*) verwendet.

Der Gyps schmilzt zu einem Email, löst sich in 461 Theilen heiſsem oder kaltem Wasser auf; ist aber in einem sauren Wasser noch viel auflöslicher. Die Gypsauflösung in Wasser wird durch Kleesäure zersetzt. Der in der Natur vorkommende krystallisirte Gyps ist sehr weich, nur der Anhydrit von Bex oder Tyrol etc. ist noch härter als der Marmor. Der Gyps wird durch zu groſse Hitze todtgebrannt, backt zusammen und bindet denn das Wasser nicht mehr.

Der schwefelsaure Kalk besteht aus:

Kalk	1	Atom	28,5	32,9
Schwefelsäure	1	—	40	46,3
Wasser	2	—	18	20,8
			86,5	100

Anwendung. Wegen seiner leichten Schmelzbarkeit, zur Glasur für Porzellan; in der Baukunst und Bildhauerei; als Dünger, Kitt, Mörtel, Stuccaturarbeit oder künstlicher Marmor.

Der unterschwefelsaure Kalk krystallisirt und löst sich nach Heeren in 2,46 kaltem und in 0,8 kochendem Wasser auf.

Der schwefeligsaure Kalk wird erhalten, wenn man schwefeligsaures Gas in Kalkmilch streichen läſst, oder wenn man Kalkwasser mit schwefeliger Säure genau neutralisirt, wobei ein weiſses Pulver zu Boden fällt, was durch die Sättigung des Kalkwassers mit Schwefelsäure nicht der

Fall ist. Ebenso entsteht er, wenn man eine Auflösung von salpetersaurem Kalk mit schwefeligsaurem Kali versetzt.

Er löst sich in 800 Theilen Wasser auf. In einem Ueberschuſs von schwefeliger Säure ist er leichter auflöslich und krystallisirt aus derselben in sechsseitigen Nadeln. An der Luft verwandelt er sich nach und nach in schwefelsauren Kalk.

Anwendung. Im südlichen Frankreich wird er, statt die Weinfässer mit Schwefel auszubrennen, in den jungen Wein gebracht, wodurch der Wein gegen die Essigbildung geschützt wird.

Der unterschwefeligsaure Kalk wird erhalten, wenn man ein Gemeng von Kalkhydrat und Schwefel mit Wasser kocht und in die filtrirte Flüssigkeit so lange schwefelichtsaures Gas streichen läſst, bis sie entfärbt ist. Die entfärbte und vom Niederschlag abgegossene Flüssigkeit wird bei gelinder Wärme abgedampft, woraus nach dem Abkühlen sechsseitige Prismen krystallisiren. Das Salz löst sich bei + 3° in seinem Gewicht Wasser auf. Wird die concentrirte Auflösung einer höheren Temperatur als + 60° ausgesetzt, so bildet sich schwefeligsaurer Kalk, und es fällt Schwefel nieder.

Der krystallisirte unterschweflichsaure Kalk besteht nach Herschel aus:

Kalk	1	Atom	28,5	21,8
Unterschwefliche Säure	1	—	48	36,8
Wasser	6	—	54	41,4
			130,5	100

8) Schwefelsaure Magnesia.

Epsomer Salz, Englisches, Seidlitzer, Seidschützer, Eger-Salz, Sal catharticum amarum, Bittersalz. Sulfate de Magnesie.

Kommt im Seewasser und in vielen Mineral- und Quellwassern vor, vorzüglich zu Epsom in England, so wie zu Seidlitz und Seidschütz in Böhmen.

Durch Abrauchen jener Quellwasser wird das Salz erhalten. Wurde früher mit dem Glaubersalz verwechselt; durch Black zuerst untersucht. Findet sich auch im concreten Zustande und krystallisirt in Catalonien, in Höhlen, Bergwerksstollen und in den Klüften der Schweizeralpen.

Dasjenige Salz, was aus dem schwefelkieshaltigen Talkschiefer bei Nizza gewonnen wird, enthält fast immer etwas Eisen, welches aber davon getrennt werden kann, wenn man die Auflösung mit einem Zusatz von Magnesia aufkochen läfst.

Es krystallisirt in vierseitigen Säulen mit zugeschärften Enden, verwittert nur schwach an der Luft. Als Haidinger beobachtet hatte, dafs die Krystalle des Zinkvitriols aus einer heifsen Auflösung eine andere Form hatten, als wenn sie aus einer kalten Auflösung angeschossen waren, fand Mitscherlich, dafs ganz dasselbe mit schwefelsaurer Magnesia der Fall sey, die mit dem Zinkoxyd isomorph ist, und dafs folglich diese beiden Salze wirklich die Eigenschaft haben, unter gewissen Umständen in ungleichen Formen anzuschiefsen, wobei sie nach Mitscherlich's Untersuchung in beiden Formen die gleiche Anzahl von Wasseratomen beibehalten.

Die Krystallform der gewöhnlichen in der Kälte angeschossenen Salze gehört zu dem prismatischen System, und die in der Wärme angeschossenen zu dem hemiprismatischen.

Als Mitscherlich die letzteren bis + 50,5° erhitzte, wurden sie auf einmal undurchsichtig, bröcklich und zerfielen leicht, ohne dafs dabei Wasser hinweggegangen war.

Auflöslich in seinem Gewichte kalten und in der Hälfte kochenden Wassers. Hat einen sehr bittern Geschmack. Bei der Hitze zerfliefst es erst in seinem Krystallwasser und schmilzt zuletzt bei sehr hoher Temperatur zu einem trüben Glase.

Ein Theil frisch calcinirter Magnesia mit vier Theilen Nordhäuser Schwefelsäure übergossen, kommt wegen der starken Verdichtung der Säure zum Glühen.

Durch Ammonium wird aus der Auflösung die Magnesia nur zum Theil niedergeschlagen, weil sich ein Doppel-

salz in der Flüssigkeit bildet; enthält die Auflösung aber einen Ueberschufs von Säure, so wird sie durch Ammonium gar nicht getrübt.

Die schwefelsaure Magnesia wird von den alkalischen Erden und von den Alkalien zersetzt, und mufs, wenn das Salz kein schwefelsaures Natron enthält, 16 pCt. calcinirte Magnesia liefern.

Das sogenannte Epsomer Salz aus Lothringen, was in kleinen Nadeln vorkommt, enthält gar keine schwefelsaure Magnesia, und ist blofs Glaubersalz. Durch Kochsalz wird die schwefelsaure Magnesia beim Kochen zerlegt. Wenn man einen Theil schwefelsaure Magnesia und einen halben Theil Kochsalz mit vier Theilen Wasser eine Zeit lang kocht, so bilden sich nach dem Abkühlen Krystalle von Glaubersalz, und die Mutterlauge enthält salzsaure Magnesia.

Der Fabrikbesitzer Herrmann in Schönebeck fand, dafs die Mutterlauge von der daselbst versottenen Salzsoole nach der Krystallisation des Kochsalzes, ein in Wasser sehr lösliches Doppelsalz von schwefelsaurer Talkerde und schwefelsaurem Kali gibt, welches für sich wenig anwendbar ist, dessen beide Bestandtheile aber Absatz haben könnten. Um sie zu trennen, löst er in der geringsten Menge Wassers 2 Theile vom Doppelsalz und 1 Theil Kochsalz auf, und setzt die Auflösung im Winter einer niedrigeren Temperatur aus, wodurch schwefelsaures Natron anschiefst. Aus der Mutterlauge erhält man nachher durch Abdampfen schwefelsaures Kali, und aus der zuletzt zurückbleibenden salzsauren Talkerde gewinnt man schwefelsaure Talkerde, wenn man sie mit schwefelsaurem Natron versetzt, und bei einer Temperatur von höchstens $+ 50^{\circ}$ abdampft. Es setzt sich dann Kochsalz ab, das man in dem Mafse, als es sich bildet, wegnimmt. Die Mutterlauge gibt beim Erkalten krystallisirte schwefelsaure Talkerde.

Die schwefelsaure Magnesia besteht aus:

Magnesia	1	Atom	20	16,26
Schwefelsäure	1	—	40	32,52
Wasser	7	—	63	51,22
			123	100

Anwendung. Als Arzneimittel und zur Extraction der Magnesia.

Die schwefelsaure Magnesia bildet mit verschiedenen andern Basen Doppelsalze, vorzüglich mit Kali, Natron und Ammonium.

Das Doppelsalz mit Kali wird dargestellt, wenn man zwei Theile schwefelsaures Kali und ein Theil schwefelsaure Magnesia in kochendem Wasser auflöst und die Flüssigkeit bis zum Krystallisiren abdampft. Das Doppelsalz krystallisirt in langen Säulen von bitterem Geschmack, welche an der Luft unveränderlich sind, und 26,7 pr. C. Wasser enthalten.

Die Schwefelsäure ist zwischen den beiden Basen gleich getheilt.

Das Natrondoppelsalz schiefst in rhomboëdrischen Krystallen an, welche an der Luft nicht verwittern und nicht schmelzbar sind. Sie enthalten 29 pr. C. Krystallwasser und sind in drei Theilen kaltem Wasser auflöslich.

Das Ammoniumdoppelsalz wurde zuerst von Bergmann wahrgenommen. Wenn man gesättigte Auflösungen von schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurem Ammonium miteinander vermengt, so fällt das Doppelsalz in kleinen octaëdrischen Krystallen nieder. Das Salz enthält 35,15 pr. C. Wasser und ist in Wasser viel weniger auflöslich, als die beiden zu seiner Darstellung angewendeten Salze. Es wird auch erhalten, wenn man eine Auflösung von schwefelsaurer Magnesia mit Ammonium versetzt und die filtrirte Flüssigkeit bis zum Krystallisiren abdampft.

Die unterschwefelsaure Magnesia krystallisirt in sechsseitigen Säulen von sitterem Geschmack, welche luftbeständig sind und sich in 0,85 kaltem Wasser auflösen. Das Salz enthält nach Heeren:

Magnesia	1	Atom	=	20	—	13,70
Unterschwefelsäure	1	„	=	72	—	49,31
Wasser	6	„	—	54	—	36,99
				146		100.

Die schwefelichtsaure Magnesia ist ein weifses Pulver, was sich in Wasser schwer auflöst, aber in einem Ueberschufs von schwefelichter Säure auflöslich ist. Aus der Auflösung in schwefelichter Säure krystallisirt es nach dem Abdampfen in durchsichtigen Tetraëdern, welche in zwanzig Theilen kaltem und in viel weniger kochendem Wasser auflöslich sind. Beim Erhitzen verlieren sie ihr Krystallwasser, und es bleibt eine klebrige Masse zurück. In einem verschlossenen Gefäfs geglüht, entweicht alle schwefliche Säure und die Erde bleibt rein zurück. Das Salz enthält

16 Magnesia,
39 schwefliche Säure,
45 Wasser.

Die unterschwefelsäure Magnesia wird erhalten, wenn man schweflichsaure Magnesia mit Schwefel, oder wenn man die Auflösung von Schwefelmagnesium so lange mit schweflicher Säure versetzt, bis sie entfärbt ist; es bilden sich Krystalle, welche luftbeständig und im Wasser leicht auflöslich sind.

9) Schwefelsaure Alaunerde. (*Sulfate d'alumine.*)

1) Neutrale. Wird erhalten, wenn man Thonerde-Hydrat in verdünnter Schwefelsäure auflöst und die gesättigte Flüssigkeit abdampft. Das Salz krystallisirt in dünnen glänzenden weichen perlmutterartigen Blättern von süfsem zusammenziehendem Geschmack, welche in zwei Theilen kaltem Wasser auflöslich und an der Luft unveränderlich sind. Beim Erhitzen verliert das Salz unter starkem Aufblähen sein Krystallwasser, und beim Glühen wird auch die Säure vollkommen ausgetrieben. Ist ein gutes Reagens auf Kalisalze, mit welchen die concentrirte Auflösung desselben Alaunkrystalle bildet.

Die neutrale schwefelsaure Thonerde kommt nach Boussingault in Rio Saldana im schwarzen Schiefer vor; sie wird aufgelöst, abgeraucht und kommt in grofsen Stücken unter dem Namen Alaun von Saldana als Handelsartikel in America vor. Auch ist das Salz auf der vulka-

nischen Insel Milo krystallisirt angetroffen worden. Enthält 46,6 pr. C. Krystallwasser. Das wasserfreie Salz enthält 30 Thonerde und 70 Schwefelsäure.

2) **Basische.** Wird erhalten, wenn man aus dem vorigen Salze die Thonerde nur zum Theil mit Ammonium niederschlägt. Findet sich bei Halle an der Saale, und bei Newhaven in England als eine weiſse erdige Masse bekannt unter dem Namen **Aluminit.** Ist unauflöslich in Wasser und besteht aus:

Thonerde	3	Atom	—	51	—	29,6
Schwefelsäure	1	„	—	40	—	23,3
Wasser	9	„	—	81	—	47,1
				172		100.

Alaun. (*Alun.*)

Der Alaun ist ein Doppelsalz, dem vorigen krystallisirbaren Salze gleich, nur mit dem Unterschiede, daſs es sauer ist, Kali oder Ammonium oder auch wohl beide Alkalien zusammen enthält. Er wird in einigen Steinen völlig gebildet und als Auswitterung angetroffen.

Man bereitet den Alaun auf Siedwerken aus dem Alaunschiefer:

1) zu Solfatara bei Puzzuolo im Königreich Neapel, indem man die ausgewitterte Substanz des vulcanischen Terrains, welche vollständig gebildeten Alaun enthält, auslaugt.

2) Zu Tolfo im Kirchenstaate. Das calcinirte Gestein wird vierzig Tage der Luft ausgesetzt und zuweilen mit Wasser benetzt und dann ausgelaugt.

3) Durch Calciniren des mit Thonerde vermengten Schwefeleisens oder Schwefels. Das Rösten ist nothwendig, um das Erdharz zu zerstören und den Schwefel in Schwefelsäure zu verwandeln. Beim Auslaugen, Abrauchen und Krystallisiren des Alauns bleibt schwefelsaures Eisen in der Mutterlauge zurück.

4) Die Thonerde, welche am wenigsten Kalk enthält, wird calcinirt, um das Eisen auf das Maximum zu oxydiren, und dann mit verdünnter Schwefelsäure in tiefen

bleiernen Kesseln gekocht. Nach dem Auslaugen wird das schwefelsaure Kali hinzugesetzt, worauf sich durch das Abkühlen der Flüssigkeit Alaunkrystalle bilden.

Fast jeder im Handel vorkommende Alaun enthält etwas Eisen, wovon $^1/_{1000}$ schon hinreichend ist, um bei den schönern Farben nachtheilig zu wirken. Der syrische und römische Alaun enthalten am wenigsten Eisen; jedoch sind auch diese selten ganz frei davon. Der Alaun von Munkatsch in Oberungarn ist mit rothem Thonpulver gefärbt, was man leicht davon trennen kann, wenn man ihn in Wasser auflöst, wobei das rothe Pulver auf dem Filtro zurückbleibt.

Man kann den Alaun vom Eisen reinigen, wenn man ihn in seinem Gewichte kochenden Wasser auflöst, und unter stetem Umrühren abkühlt, wobei der Alaun in kleinen Körnchen eisenfrei anschiefst, und das schwefelsaure Eisen in der Mutterlauge bleibt. In diesem Fall ist er dem besten römischen Alaun vollkomnien gleich.

Der Alaun ist ein saures Salz von süfsem zusammenziehendem Geschmack, in $18^1/_3$ kaltem und in $^3/_4$ kochendem Wasser auflöslich; krystallisirt in durchsichtigen regelmäfsigen Octaëdern, welche schwach an der Luft verwittern; zuweilen krystallisirt er, wenn der Auflösung etwas mehr Kali oder Kalkmilch hinzugesetzt wurde, in Würfeln; schmilzt mit starkem Aufschäumen in seinem Krystallwasser und gibt den gebrannten Alaun, welcher von den Wundärzten äufserlich angewendet wird.

Beim Rothglühen entwickelt sich Sauerstoffgas und schwefelichtsaures Gas. Es bleibt Alaunerde und schwefelsaures Kali zurück.

Mit Kohle geglüht, gibt er den Pyrophor oder Selbstzünder. Zu dem Ende vermengt man drei Theile gebrannten Alaun mit ein Theil Mehl und röstet es in einem eisernen Löffel bis sich die Masse nicht mehr aufbläht; das schwarzgraue Pulver wird in einem mit Sand umhüllten Kolben in einem Tiegel erhitzt, bis sich eine blaue Flamme

an der Mündnng zeigt; alsdann wird das Gefäſs mit Kreide verschlossen und langsam abgekühlt.

Wenn man Kali-Alaun mit Kienruſs in einer Retorte erhitzt, so entwickelt sich kohlensaures Gas und schwefelichtsaures Gas zuletzt auch Kohlenoxydgas. Der Rückstand ist Pyrophor.

Wird nach Gay-Lussac ein Gemeng von zwei Theilen schwefelsaurem Kali und ein Theil gut ausgebranntem Kienruſs geglüht, so entsteht ein Pyrophor von der heftigsten Entzündlichkeit. Der Alaun-Pyrophor besteht aus: Thonerde, Schwefelkalium, etwas Schwefel und Kohle. Ein schwefelsaurer Thon ohne Kali gibt keinen Pyrophor, eben so wenig ein Alaun mit Ammonium.

Die Ursache der Brennbarkeit des Pyrophors rührt indessen nach Gay-Lussac nicht von der Kohle noch von dem Kalium her; denn wenn man Alaun oder auch schwefelsaures Kali, gemengt mit drei Theilen schwefelsaurer Magnesia und nur so viel Kohle als zur Bildung von Schwefelkalium und zur Zerstörung der Säure im Erdsalze nöthig ist, zur Bereitung des Pyrophors nimmt, so erhält man eine braune Masse, die nicht bemerkenswerth Kohle enthält, sich aber dennoch an der Luft entzündet. Die Ursache davon ist der Zustand von Vertheilung, in welcher das brennbare Schwefelkalium von dem fremden, inactiven Stoffe gehalten wird. Auch läſst sich seit Magnus Entdeckung der pyrophorischen Eigenschaften des aus einem Gemenge von Oxyd und Thonerde durch Wasserstoff reducirten Eisens die Entzündlichkeit des Pyrophors auf diese Weise erklären.

Wird schwefelsaures Ammonium mit schwefelsaurem Thon vermengt, so bilden sich auch Alaunkrystalle, aber dieser Ammoniakalaun ist von dem Kali-Alaun durch äuſsere Kennzeichen nicht zu unterscheiden; nur beim heftigen Glühen läſst er reine Thonerde zurück, wohingegen beim Glühen des Kali-Alauns auſser der reinen Thonerde noch schwefelsaures Kali zurückbleibt. Der Ammoniac-Alaun kommt natürlich bei Tschermig in Böhmen vor..

Der krystallisirte Alaun besteht aus:

Kali	1 Atom	= 47,2	—	9,95
Thonerde	3 „	= 51	—	10,76
Schwefelsäure	4 „	= 160	—	33,74
Wasser	24 „	= 216	—	45,55
		474,2		100.

Anwendung. Die Posamentirer und Kürschner gebrauchen ihn, um Pelzwerke, Häute und Wolle gegen Motten zu schützen. Die Lichtgießer, um das Unschlitt fester zu machen. In Papiermühlen, um das Papier undurchdringlich zu machen. In der Leimsiederei und zur Bereitung der Lackfarben. Als adstringirendes Arzneimittel. Vorzüglich aber wird er in der Färbekunst angewendet als Beizmittel, um die Pigmente auf den Zeugen zu befestigen und die Farben zu erhöhen.

Natron-Alaun.

Ure bereitete aus dem verwitterten Alaunschiefer, welcher zuvor vom Eisenvitriol befreit worden, eine Lauge von 1,35 spec. Gewicht, und löste darin durch Reiben in einem Mörser so viel Kochsalz auf, als die Flüssigkeit aufnehmen konnte. Nach drei Wochen langsamen Verdampfens hatten sich in einer gelblichen Masse regelmäßige Octaëder gebildet, welche mit Alkohol gewaschen auf Löschpapier getrocknet wurden. Man kann auch den Natronalaun bereiten, wenn man schwefelsaure Thonerde mit schwefelsaurem Natron vermengt und die Auflösung langsam abdunstet.

Die Octaëder sind glänzend, weniger hart als die des Kalialauns, lassen sich leicht mit den Fingern zerreiben und verwittern sehr schnell an der trocknen Luft. 110 Theile lösen sich in 100 Theilen kaltem Wasser auf.

Der Natronalaun besteht aus:

Schwefelsäure	—	33,96
Thonerde	—	10,82
Natron	—	6,79
Wasser	—	48,43
		100.

Der

Der Natron-Alaun wird in Glasgow und in mehreren Gegenden Schottlands im Grofsen fabrikmäfsig bereitet, und wird wegen seiner leichtern Auflöslichkeit im Wasser beim Zitzdrucken dem Kali-Alaun mit Recht vorgezogen.

Auch das Lithion soll nach Kralowansky Alaun in Octaëdern hervorbringen, welcher dem Kali- oder Ammoniak-Alaun ganz gleich ist. Wenn sich diefs bestätigen sollte, so würde das Lithion zu derselben Classe von isomorphen Körpern wie die Alkalien gehören.

Nach Professor Fischer in Breslau kann man die Thonerde durch Chromoxyd ersetzen, woraus ein durchsichtiges purpurrothes Salz in Octaëdern entsteht, was Fischer Chrom-Alaun nennt. Auf das letztere Salz werden wir beim Chrom zurückkommen.

Die unterschwefelsaure Thonerde wird nach Heeren erhalten, wenn man unterschwefelsauren Baryt in eine Auflösung von schwefelsaurer Thonerde bringt, und die filtrirte Flüssigkeit an der Luft abdampfen läfst, wo das Salz in kleinen Krystallen anschiefst.

Die schwefelichtsaure Thonerde ist ein weifses in Wasser unauflösliches Pulver von erdigem schwefelichtem Geschmack. In schwefelichter Säure löst sie sich auf, läfst beim Glühen die Säure fahren und wird an der Luft zu schwefelsaurem Salz.

10) Schwefelsaure Zirconerde. (*Sulfate de Zircone.*)

Krystallisirt aus einer sauern Auflösung und ist in Wasser auflöslich. Das basische Salz stellt eine gummiartige Masse dar, welche an der Luft erhärtet, und bei der Weifsglühhitze ihre Schwefelsäure verliert.

Die Auflösung der schwefelsauern Zirconerde wird vom schwefelsaurem Kali gefällt, und letzteres kann defshalb dazu benutzt werden, um die Zirconerde von Eisen und von andern fremden Stoffen zu befreien; es bildet sich hiebei ein basisches schwefelsaures Zirconkali. Auch mit Ammonium bildet die schwefelsaure Zirconerde ein Doppelsalz.

Die schweflichsaure Zirconerde ist ein weißes in Wasser unauflösliches Pulver.

11) Schwefelsaure Beryllerde. (*Sulfate de Glucine.*)

Das saure Salz krystallisirt in kleinen Nadeln, welche einen süßsen Geschmack haben und im Wasser sehr auflöslich sind. Es gibt auch noch ein neutrales und ein basisches Salz. Letzteres trocknet zu einer durchsichtigen gummiartigen Masse ein und blähet sich durch Erhitzen auf wie der Alaun.

12) Schwefelsaure Yttererde. (*Sulfate d'Ytria.*)

Krystallisirt in kleinen sechsseitigen Säulen, von blaſs amethystrother Farbe, von süſsem hintennach herbem Geschmack. Die Krystalle verwittern an der warmen Luft, werden weiſs und behalten ihre Form. Sie lösen sich langsam in dreiſsig Theilen Wasser auf. Beim Glühen verliert es einen Theil seiner Säure und wird basisch. Beim fortgesetzten Glühen wird die Säure vollkommen ausgetrieben. Mit Kali bilden sie ein Doppelsalz, welches schwer auflöslich in Wasser ist.

b. Salpetersaure Salze. (*Nitrates.*)

Alle salpetersauern Salze, sowohl die erdigen als die alkalischen, mit Ausnahme der basischen Salze, sind im Wasser auflöslich, aus welchem Grunde wir kein Reagens besitzen, um ein im Wasser aufgelöstes salpetersaures Salz augenblicklich mit Sicherheit durch Entstehung eines Niederschlages zu entdecken. Wenn sie aber in festem Zustande sind, so ist es leicht, die Gegenwart der gebundenen Salpetersäure zu erkennen.

Der Hauptcharakter dieser Gattung ist nämlich, daſs sich beim Rothhglühen derselben in einer Retorte die Säure zersetzt, indem sich Sauerstoffgas und zuletzt Stickstoffgas, auch wohl salpetrige Säure entwickeln. Der Rückstand ist ein salpeterichtsaures Salz und nach lange anhaltendem Glühen bleibt die Basis rein zurück.

Werden die festen salpetersauren Salze mit Schwefel, Phosphor oder Kohle vermengt, und dann in einen glühenden Tiegel geworfen, so findet eine Entzündung mit starkem Licht und grofsem Geräusch begleitet statt, was man Detonation oder Verpuffen nennt. Auch wenn ein salpetersaures Salz auf glühende Kohlen gelegt wird, geht diefs Verpuffen vor sich, wobei die Salpetersäure zersetzt und die Basis mit Kohlensäure verbunden zurückbleibt.

Die concentrirte Schwefelsäure zersetzt zwar alle salpetersauren Salze, aber ohne Aufbrausen, wobei sich weifse Dämpfe, welche aus Salpetersäure bestehen, entwickeln.

Wird ein gepulvertes salpetersaures Salz, welches mit Kupferfeile vermengt ist, in einer Glasröhre mit concentrirter Schwefelsäure, die mit sehr wenigem Wasser verdünnt worden ist, übergossen, so entwickeln sich rothe Dämpfe von salpetrichter Säure, welche durch das Einwirken der freiwerdenden Salpetersäure auf das Kupfer entstehen. Die Salzsäure äufsert in der Kälte keine merkliche Wirkung auf die salpetersauren Salze, aber bei erhöhter Temperatur bildet sich Chlorgas und salpetrichte Säure, eine Flüssigkeit, welche als Königswasser angewendet wird; es bleibt beim Abrauchen ein salzsaures Salz zurück.

Die Nitrate in Auflösung können, obgleich sich durch kein Reagens ein Niederschlag in der Auflösung bildet, wodurch die Anwesenheit der Salpetersäure angezeigt würde, erkannt werden, wenn man in eine solche mit Wasser verdünnte Flüssigkeit ein Goldblättchen bringt, etwas Salzsäure hinzusetzt und sie nun aufkocht. Das Gold wird sich alsdann auflösen, eine Erscheinung, woraus sich auf die Gegenwart der Salpetersäure schliefsen läfst. Sind chlorsaure Salze und jodsaure vorhanden, so wird in diesen Fällen das Gold zwar auch aufgelöst.

Wird Strychnin-Tinktur einer Nitrat-Auflösung hinzugesetzt und diese dann mit concentrirter Schwefelsäure vermengt, so wird die Flüssigkeit roth.

Wenn man ein aufgelöstes Nitrat mit Indigoauflösung in Schwefelsäure erwärmt, oder concentrirte Schwefelsäure hinzusetzt, wodurch sich die Flüssigkeit erhitzt, so wird der

26 *

Indigo durch die freiwerdende Salpetersäure entfärbt; ein von Liebig angegebenes Mittel, welches sehr geeignet ist, die Nitrate, welche im Wasser aufgelöst sind, wahrzunehmen; jedoch muſs hiebei ebenfalls nicht auſser Acht gelassen werden, daſs auch die chlorsauren Salze diese Eigenschaft besitzen.

Bringt man endlich in eine sehr verdünnte Auflösung eines salpetersauren Salzes, welches ein Alkali zur Basis hat, einen Krystall von grünem Eisenvitriol und fügt nun etwas concentrirte Schwefelsäure hinzu, so bildet sich ein dunkelbraunes bald wieder verschwindendes Pulver, und es entwickeln sich Bläschen von Salpetergas.

Bisher hat man in der Natur nur vier salpetersaure Salze gefunden: salpetersaures Kali, Kalk, Magnesia und Natron. Die drei ersten werden fast immer zusammen im Schutt alter Häuser, in Schäfereien, Pferdeställen etc. angetroffen.

1) Salpetersaures Kali. Salpeter. *Nitrum depuratum. Nitrum prismaticum.* (*Nitrate de potasse.*)

Bekanntlich ist es der Kunst nicht vergönnt, Salpeter oder vielmehr die im Salpeter enthaltene Säure in groſsen Quantitäten zu erzeugen, die Kräfte der Natur haben hiebei einen wesentlichen Einfluſs, und die Kunst kann beim Bildungsproceſs des Salpeters durch die Hinzufügung animalischer Stoffe nur hülfreiche Hand leisten, um die Vereinigung der Elemente zu Salpetersäure zu fördern.

Die Natur kann ganz ohne unsere Hülfe Salpeter hervorbringen; man trifft ihn in Aegypten und in Ostindien auf der Ostseite des Ganges in so groſser Menge an, daſs er auf der Oberfläche der Erde krystallisirt vorkommt, und als Kehrsalpeter gewonnen oder aus der Erde durch Wasser ausgelaugt wird, was in Europa, auſser in einigen Gegenden von Spanien und Ungarn etc. nicht häufig der Fall ist. In den Kalksteinhöhlen am Spessart wird er indessen zuweilen in geringer Menge angetroffen.

Der Salpeter findet sich auch in einigen Brunnen und Flüssen; einige Quellen von München und das Isarwasser

enthalten geringe Quantitäten desselben. Auch findet er sich in einigen Pflanzen, wie z. B. in den Boragen, in der Cicuta, Parietaria, krystallisirt in den Blattstielen der Runkelrüben, im Anethum, in den Tabacksblättern, in den Zellerieblättern, in den Sonnenblumen etc., welche Pflanzen man defshalb Salpeterpflanzen nennt.

Auch die Kellerwürmer (*Millepedes*) enthalten Salpeter, welche ihn aber wahrscheinlich aus den alten Mauern zu sich genommen haben.

Longchamp hält die Gegenwart der azothaltigen Stoffe zur Bildung des Salpeters für überflüssig, worüber er aber keine hinreichenden Beweise angeführt hat. Er stützt seine Meinung vorzüglich darauf, dafs wenn der in secundären Kalkstein eingeschlossene Salpeter ausgelaugt ist, sich nach einigen Jahren wieder Salpeter in demselben bilden soll. Ferner benutzt er die Beobachtungen von John Davy, welcher die Salpetersteine auf der Insel Ceylon untersucht hat, und der Meinung zugethan ist, dafs die Salpetersäure in einer feuchten porösen Gebirgsart durch die Bestandtheile der Luft ohne Beihülfe der thierischen Substanzen gebildet werden könne. Uebrigens ist Longchamp's neue Theorie, die aber nur die alte ist, nach welcher sich die Salpetersäure auf Kosten des Stickstoffs der Luft bilden soll, von einer Commission der Akademie der Wissenschaften in Paris als ganz unzulässig erklärt worden.

Der Salpeter wird erzeugt:

1) Dadurch dafs die Kunst der Natur zu Hülfe kommt mittelst Errichtung von Salpeterwänden oder Salpetermauern, oder mittelst künstlicher Erdhaufen, welche man Plantagen nennt.

2) Dadurch, dafs man die Mauern der Keller, so wie die Fufsböden der Viehställe mit Wasser auslaugt.

Was die erste Methode betrifft, die Salpeterhüttenhaufen oder Plantagen zu benutzen, so liefern diese nur den kleinsten Theil Salpeter; man findet deren nur wenige in Holstein und Schlesien bei Magdeburg und in der Schweiz.

Der Platz für einen Salpeterhaufen mufs mit Lehm oder Thonerde ausgefüllt, und, wie eine Tenne, fest ge-

schlagen werden. Alsdann wird auf den Platz Erde gefahren, welche vorzüglich kohlensauren Kalk und Asche enthalten muſs, und mit organischen Stoffen, als Nessel, Bilsenkraut, thierischen Abfällen etc. vermengt wird, um recht locker zu seyn; denn, wäre dieser Haufen nicht hinreichend locker, sondern so fest, daſs die Luft nicht hineindringen könnte, so würde die eigentliche Fäulniſs eintreten, und der Stickstoff der thierischen Substanzen würde sich mit dem Wasserstoff zu Ammonium verbinden, anstatt sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Salpetersäure zu vereinigen.

Thouvenel hat durch einen directen Versuch bewiesen, daſs die Gegenwart der animalischen Stoffe zur Bildung der Salpetersäure nothwendig sey. Zu dem Ende vermengte er Kreide in zwei Körben; in dem einen mit Zucker und in dem andern mit thierischer Substanz, hing sie im Keller an Stricken in die Luft und laugte sie nach Verlauf eines Jahres mit Wasser aus. Nur die mit dem thierischen Stoffe vermengte Kreide gab beim Auslaugen salpetersauren Kalk, nicht aber jene, welche Zucker enthielt.

Auch im Blut und in andern animalischen Stoffen, welche mit der Kreide nicht unmittelbar in Berührung kamen, sondern nur in einer gewissen Entfernung davon gehalten wurden, hatte sich nach einiger Zeit salpetersaurer Kalk gebildet.

Die Erdhaufen werden zuweilen mit Düngerwasser oder mit Urin benetzt, und fleiſsig umgeschaufelt, um sie stets locker zu erhalten. Nach Verlauf von zwei bis drei Jahren ist aller Stikstoff der thierischen Substanz verschwunden, und hat sich mit Sauerstoff der Luft zu Salpetersäure vereinigt. Die hiezu erforderliche Zeit ist sehr verschieden und hängt zum Theil auch von dem Himmelsstriche und von andern Umständen ab.

Die Bildung des Salpeters bleibt indeſs immer noch etwas Räthselhaftes, und in mancher Hinsicht dunkel; denn, daſs auſser den animalischen Substanzen und der Luft, auch die Elektricität, Wärme, Thau und Nebel, und noch andere Naturkräfte daran Theil nehmen, scheint auſser allem Zweifel zu seyn.

Extraction des Salpeters.

Sind die Erdhaufen hinreichend mit salpetersauren Salzen angefüllt, so wird die Erde in Tonnen mit kaltem Wasser ausgelaugt, um die salpetersauren Salze, nämlich den Salpeter selbst, die salpetersaure Kalkerde und die salpetersaure Magnesia aufzulösen. Die Lauge wird mehreremale auf frische Erde gegossen, bis sie einen gewissen Grad von Salpetergehalt angenommen hat, alsdann wird sie, um die Erden niederzuschlagen, mit Aschenlauge oder mit Pottasche vermengt.

Die zweite Methode, den Salpeter aus den Gebäuden und Kellern, wo ihn die Natur ohne unser Zuthun gebildet hat, zu extrahiren, liefert wohl den gröfsten Theil des in Europa verbraucht werdenden Salpeters.

Die Kalkmauern der Keller werden zu dem Ende alle fünf bis sechs Jahre, oder so oft als die Saliterer dieselben für reichhaltig genug an Salpeter finden, eingerissen. Obgleich diefs für die Bewohner der Häuser sehr lästig ist, so müssen sie sich doch nach einem in Frankreich bestehenden Gesetze gefallen lassen, alle sechs Jahre den Keller zu räumen, und den Saliterern gestatten, die Mauern wegzuführen; der Keller wird aber sogleich auf Kosten des Staats, oder der Salpeter-Regie wieder aufgebaut.

Die Wände werden nun von den Saliterern zerschlagen und ihre Trümmer durch ein Wurfgitter geworfen, um die Stücke von Backsteinen zu trennen, und dann mit kaltem Wasser ausgelaugt. Die abgegossene Flüssigkeit wird zu wiederholten Malen, wie oben, auf eine neue Quantität der durchgesiebten Erde gegossen, bis sie einen gewissen Grad von Concentration erreicht hat.

Das durch Abrauchen der Lauge erhaltene Salzgemeng enthält nun im günstigsten Falle folgende Substanzen: Salpeter mit salzsaurem Kali 10, salpetersauren Kalk mit salpetersaurer Magnesia 70, Kochsalz 15, salzsauern Kalk und salzsaure Magnesia nebst Extract 5.

Anstatt die ausgelaugte Flüssigkeit mit Pottasche zu zersetzen, vermengt man auch wohl eine Kaliauflösung mit

der gestoſsenen Erde, bevor sie ausgelaugt wird, um dadurch die erdigen Salze sogleich zu zersetzen; die Flüssigkeit wird, wenn sie sudwürdig ist, von den Tonnen abgelassen und in kupfernen Kesseln abgeraucht, wobei sich auf der Oberfläche ein Schaum bildet. Auf dem Boden setzt sich ein Niederschlag von Kochsalz ab, welcher mit Schaumlöffeln herausgenommen wird.

Sind die Erden nicht mit Pottasche vermengt, so gieſst man zu der von den Erden abgelaufenen Flüssigkeiten so lange Pottaschenauflösung oder eine Lauge von Holzasche hinzu, bis kein Niederschlag von kohlensauren Erden mehr entsteht.

Man kann auch, um Pottasche zu ersparen, mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kali den Anfang machen, wodurch zuerst die Kalkerde als Gyps niedergeschlagen wird, wobei die mit den Erden verbundene Salpetersäure an das Kali des hinzugesetzten schwefelsauren Kali's tritt.

Wenn die Niederschläge sich gesetzt haben, wird die Auflösung klar abgegossen, und wieder gekocht, bis daſs das Kochsalz sich abgesetzt hat, welches mit Schaumlöffeln ausgeschöpft wird; man läſst die concentrirte Lauge alsdann in groſsen Gefäſsen durch Abkühlen krystallisiren, woraus der rohe Salpeter entsteht, welcher von den Salpetersiedern ins Arsenal zum fernern Raffiniren abgeliefert wird.

Dieser rohe Salpeter enthält gewöhnlich 75 Procent oder $\frac{3}{4}$ seines Gewichts reines salpetersaures Kali, und 25 Procent fremde Substanzen, bestehend aus salzsaurem Natron und salzsaurem Kali, so wie aus erdigen zerflieſslichen Salzen und gelbem Extractivstoff.

Um die Quantität des reinen Salpeters zu beurtheilen, übergieſst man ihn mit einer gesättigten wieder kalt gewordenen Auflösung von reinem Salpeter. Diese mit Salpeter gesättigte Flüssigkeit löst von dem reinen Salpeter nichts mehr auf, hat aber die Eigenschaft, die fremden Salze aufzulösen.

In Schweden wird der Salpeter, um seinen Gehalt zu beurtheilen, bei einer gelinden Wärme geschmolzen und in Tafeln gegossen; an dem g r o b s t r a h l i g e n Bruch, den

er beim Erkalten zeigt, erkennt man bis auf einen gewissen Grad seine Reinheit. Bei einem Gehalt von 2 pCt. Kochsalz ist der Bruch nicht mehr grobstrahlig, sondern feinkörnig wie Marmor. Diese Probe gibt übrigens kein ganz genaues Urtheil über die Quantität des darin enthaltenen Kochsalzes und ist nur als annähernd zu betrachten.

Der österreichische Artillerie-Hauptmann Hufs hat auf den Erfahrungssatz, dafs die Menge des aufgelösten Salpeters mit dem absoluten Gewichte und mit der Temperatur des Wassers im geraden Verhältnifs steht, und auf die Annahme, dafs die salzsauren Salze auf die Auflösungsfähigkeit des Wassers auf den Salpeter keinen Einflufs haben, eine Prüfungsmethode für die Reinheit des Salpeters gegründet. Er hat dazu nach eigenen Versuchen eine Tabelle verfertigt, welche angibt, bei welcher Temperatur Auflösungen verschiedener Mengen Salpeter in 100 Theilen Wasser an Gewicht zu krystallisiren anfangen. Nun löst er 40 Theile des zu untersuchenden Salpeters in 100 Theilen Wasser von + 45° R. auf, läfst die Auflösung unter beständigem Umrühren Abkühlen, und bemerkt an einem in der Flüssigkeit hängenden viertelgradigen Thermometer die Temperatur, bei welcher sich kleine Krystalle zu bilden anfangen. Geschieht diese Absonderung der Krystalle bei einer Temperatur von + 20¼° R., so war der untersuchte Salpeter vollkommen rein; kühlt sich aber die Flüssigkeit bis auf + 18° ab, ehe die Krystalle sich zu bilden anfangen, so waren in den 40 Theilen des aufgelösten Salzes nur 35,81 Theile reiner Salpeter und 4,19 Theile fremdartige Salze enthalten, oder der untersuchte Salpeter enthielt nach der von Hufs entworfenen Tabelle nur 0,895 reinen Salpeter und 0,105 fremde Salze. Da nun aber nach Longchamp's Versuchen eine Kochsalzlauge im Verhältnifs ihrer Sättigung mit Kochsalz mehr Salpeter auflöst als reines Wasser, so hätte dieser Umstand berücksichtigt werden müssen; in praktischen Fällen wird dieser Einflufs aber nur bemerklich, wenn der Salpeter wenigstens einige Procente Kochsalz enthält. Die Versuche des Herrn Hauptmann Hufs wurden von mehreren Officie-

ren der k. bayer'schen Artillerie wiederholt und im Allgemeinen richtig gefunden; sie erfordern aber eine grofse Genauigkeit, um die Resultate für das praktische Leben anwendbar zu machen.

Das Raffiniren des Salpeters ist vorzüglich darauf gegründet, dafs der Salpeter viel auflöslicher in kochendem Wasser ist, als das Koch- und Digestivsalz. Es werden daher 100 Pfund des zu raffinirenden Salpeters mit 20 Pfund Wasser nach und nach in einem kupfernen Kessel in's Kochen gebracht; der Salpeter löst sich vollkommen auf, und das Kochsalz, welches in kochendem Wasser nur sehr wenig mehr auflöslich ist als im kalten Wasser, scheidet sich ab und wird mit Schaumlöffeln herausgehoben; es wird zuweilen wieder etwas Wasser hinzugegossen, damit der Salpeter aufgelöst bleibt. Wenn sich kein Salz mehr abscheidet und die Flüssigkeit klar ist, so wird noch einmal so viel Wasser hinzugesetzt, so dafs im Ganzen auf 100 Pfund zu reinigenden Salpeter 33 Pfund Wasser gekommen sind. Nun wird die noch heifse Flüssigkeit in flache kupferne Gefäfse oder in Bottiche gebracht, und durch Umrühren mit Rechen wird das Abkühlen beschleunigt und die Krystallisation gestört; hiedurch wird der Salpeter beim Erkalten in feinen Nadeln krystallisirt und fast in Pulver erhalten.

Wenn dieser Salpeter noch nicht die gehörige Reinheit hat, so wird er mit einer gesättigten Salpeterauflösung gewaschen, wodurch alle fremden Salze aufgelöst werden.

Für den chemischen Gebrauch mufs der Salpeter, wenn er noch vom Silbersalz getrübt werden sollte, noch einmal in seinem Gewicht kochenden Wassers aufgelöst, und durch schnelles Umrühren abgekühlt und krystallisirt werden.

Eigenschaften des gereinigten Salpeters.

Er krystallisirt in grofsen sechsseitigen Prismen, welche inwendig mit länglichen Höhlungen versehen und äufserlich gestreift sind. Zwei Seiten der Prismas sind gewöhnlich gröfser als die übrigen, und laufen in eine Linie zusammen, so dafs der Krystall oben zugeschärft erscheint. In den länglichen Höhlungen ist fast immer etwas Mutterlauge eingeschlos-

sen, aus welchem Grunde die durch Umrühren gestörte Krystallisation einen viel reineren Salpeter gibt. Für einen schnellen Temperaturwechsel sind die grofsen Krystalle so empfindlich, dafs, wenn man sie in die warme Hand nimmt, sie an einigen Stellen abspringen.

Er löst sich in etwa vier Theilen kaltem Wasser auf und bedarf kaum ein Drittheil seines Gewichts kochenden Wassers.

Die concentrirte Auflösung kocht bei 115° C. Nach Gay-Lussac lösen 100 Theile Wasser von 0 Temperatur 13,3 Theile von 18° C. 29 Theile, von 45°, 74, 66 Theile und von 97° 236 Theile Salpeter auf. In Alkohol ist er nicht auflöslich.

Eine Auflösung von ganz reinem Salpeter trübt das Silbersalz nicht, sind aber salzsaure Salze darin enthalten, so entsteht ein weifser Niederschlag, das salzsaure Silber, wovon 100 Gran auf 41 Gran Kochsalz oder 18 Gran Salzsäure hindeuten.

Die Auflösung des vollkommen reinen Salpeters darf ebenfalls durch hinzugesetztes kohlensaures Kali nicht getrübt werden; im Fall dafs ein Niederschlag durch kohlensaures Kali entsteht, enthält er noch Kalksalze oder Magnesiasalze.

Der Salpeter ist an der Luft unveränderlich; kommt noch vor dem Glühen in Flufs und erstarrt beim Erkalten in eine undurchsichtige Masse, bekannt unter dem Namen von *Nitrum tabulatum*, *Sal prunellæ*, mineralischer Krystall.

Beim Rothglühen entwickelt sich Sauerstoffgas, alsdann Salpetergas und zuletzt reines Stickgas; es bleibt kaustisches Kali zurück, wenn das Gefäfs die Operation aushält.

Er detonirt stärker mit den brennbaren Körpern als alle übrigen salpetersauren Salze. Der Rückstand, welcher nach der Detonation mit Kohle bleibt, ist das sogenannte *Nitrum fixum*; die Kohle wird hier auf Kosten des Sauerstoffs der Salpetersäure in Kohlensäure verwandelt, wobei sich kohlensaures Gas nebst Stickstoffgas entwickeln und basisches kohlensaures Kali zurückbleibt. Mit gleichen Theilen Schwefel verpufft, bleibt Glasers Polygrestsalz, und mit Phosphor detonirt, bleibt phosphorsaures Kali zurück.

Durch schwefelsaures Natron und durch schwefelsaure Magnesia wird der Salpeter beim Kochen zersetzt, und es entsteht schwefelsaures Kali. Im ersten Fall wird salpetersaures Natron und im zweiten Falle salpetersaure Bittererde gebildet.

Die Mutterlauge des Salpeters enthält aufser etwas Salpeter und Kochsalz, salzsaure erdige Salze, Extract und salzsaures Kali.

Detonirende Gemenge.

Salpeter mit ein Drittheil Sägespäne und ein Drittheil Schwefel vermengt, gibt Schmelzpulver oder Baume's Schnellflufs, welches sich beim Berühren mit einem glühenden Körper entzündet und so viel Wärme entwickelt, dafs Kupfer oder Silber darin schmelzen, indem sich diese Metalle mit dem Schwefel verbinden.

Wird der Salpeter mit zwei Drittheilen Kali und ein Drittheil Schwefel vermengt, so entsteht Knallpulver, welches beim langsamen Erwärmen bis zum Schmelzen in einem eisernen Löffel einen fürchterlichen Knall gibt. Es bildet sich durch das Erhitzen Schwefelkalium, und nun verbindet sich der Sauerstoff der Salpetersäure plötzlich mit dem Kalium und Schwefel, durch welches schnelle Verbrennen der heftige Knall entsteht, indem der Stickstoff in Gasgestalt plötzlich entwickelt wird.

Schiefspulver. *Pulvis pyrius.* (*Poudre à canon.*)

Das Schiefspulver ist ein Gemeng von Salpeter, Kohle und Schwefel. Von der Reinheit dieser drei Stoffe, so wie von dem Verhältnifs, unter welchem sie mit einander vermengt werden, hängt die Qualität des Pulvers ab.

Ein deutscher Mönch, Berthold Schwarz, soll das Schiefspulver im vierzehnten Jahrhundert erfunden haben; allein es ist wahrscheinlich, dafs Roger Baco und v. Bollstädt, welche im dreizehntenten Jahrhundert lebten, es schon kannten.

S. *Baco opus majus* und *Bollstädt de mirabilibus mundi.*

Die Chinesen sollen indessen das Pulver schon früher als die Europäer gekannt haben, und nach andern Nachrichten wird die Erfindung des Schiefspulvers dem alten sikulischen Weisen Salios zugeschrieben. Dieser beschäftigte sich zu Alexandrien mit chemischen Versuchen, und der Zufall führte ihn auf die Entdeckung des Schiefspulvers. Er begab sich darauf von Alexandrien nach Constantinopel, wo er in der Verfertigung des Pulvers, so wie im Bomben- und Granadenwerfen Unterricht gab, von wo aus die Franken ihre Kunst, Krieg zu führen, vervollkommten.

Fabrication des Schiefspulvers.

Um das Pulver zu bereiten, werden die Bestandtheile zu demselben in den erforderlichen Verhältnissen mit einander gemengt, und mit Wasser angefeuchtet, um das Verstäuben des Schwefels und der Kohle zu verhindern. Dann werden sie in Stampflöchern von glattem hartem Holze mit Stampfen aus schwerem hartem Holze oder mit Messing beschlagen, gestampft und zuweilen mit Wasser benetzt.

Ist die angefeuchtete Masse von hinreichender Feinheit, so wird sie durch Pergamentsiebe mit mehr oder weniger feinen Löchern gedrückt.

Das Pulver für das kleine Gewehr, so wie für Jagd und Scheibenschiefsen wird noch geglättet oder polirt, indem man eine Tonne damit halb anfüllt und sie um ihre Achse in Bewegung setzt, wo durch den Umschwung die Körner sich einander reiben und auf der Oberfläche glatt werden. Der dabei entstandene Staub wird durch ein Sieb abgesondert.

Das gehörig getrocknete Pulver erleidet an der Luft, wenn der Salpeter von fremden Salzen frei war, keine Veränderung. Die Kohle vermehrt die Stärke der Explosion, aber der Schwefel trägt zu der leichteren Entzündlichkeit des Pulvers bei.

Die gewaltsame Explosion des Pulvers hat ihren Grund in der schnellen Entwickelung der Gasarten.

Die Producte der Verbrennung des Pulvers, wobei sich die Kohle und der Schwefel mit dem Sauerstoff der Salpetersäure zu kohlensaurem Gas und zu Schwefelsäure vereini-

gen, sind theils luftförmig, theils concret. Erstere sind kohlensaures Gas und Stickgas; es bilden sich aufserdem Spuren von Schwefelwasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas, schwefeligsaurem und Kohlenoxydgas.

Die concreten Producte sind: kohlensaures, schwefelsaures Kali und Schwefelkalium mit etwas Kohle vermengt. Es bleibt nach der Explosion nur wenig Rückstand. Bei einem Versuche, wo das Schiefspulver in einer Porzellanschale abgebrannt wird, bleiben etwa 2 pCt. Rückstand, statt 60 pCt. und darüber, welche bleiben sollten. Ist es aber belastet, wie in einem Gewehr, so bleibt ein Rückstand von etwa 10 Procent.

Aus dem nur mit Kohle vermengten Salpeter würde man ein stärkeres Pulver erhalten, als beim Zusatz von Schwefel, allein das Abbrennen desselben ist dann weniger sicher. Je lockerer die Pulvermasse ist, desto vollkommener geht das Verbrennen von statten und desto gröfser ist die Wirkung. Läfst man in einem Flintenlauf zwischen dem Pulver und dem Propfe einen kleinen leeren Raum, so kann die Flinte, weil alles Pulver verbrennt, und durch die Ausdehnung der eingeschlossenen Luft, beim Schufs gesprengt werden. Durch das feste Einstampfen des Pulvers geht im Gegentheil eine grofse Menge desselben unverbrannt verloren.

Die Gasarten, welche plötzlich entwickelt werden, bringen allein die Kraft hervor, wodurch die Kugel auf eine weite Entfernung getrieben wird.

Die Gasarten, welche sich später, und nachdem die Kugel schon fortgeschleudert ist, entwickeln, sind ohne Nutzen.

Nach Dr. Moriz Meyer ist der Rückstand des verbrannten Schiefspulvers ein guter Pyrophor. Wenn man ein halb Loth des noch trocknen Rückstandes schnell in Wolle packt, so steigt die Temperatur so, dafs nach einer Viertelstunde von selbst eine Entzündung entsteht. Der trockne Rückstand enthält vorzüglich Schwefelkalium, dann schwefelsaures und kohlensaures Kali, Kohle und zuweilen etwas Schwefel, aber kein Kalium.

Das beste Pulver ist also dasjenige, welches in der kürzesten Zeit die gröfste Menge Gas entwickelt. Hieraus läfst sich erklären, warum gewisse Proportionen von Salpeter, Schwefel und Kohle besser sind als andere, warum das Gemeng sehr innig, warum der Salpeter sehr rein, warum die Kohle sehr leicht, und warum endlich das Pulver recht ausgetrocknet seyn mufs.

Das Volumen des Pulvers vermehrt sich bei der Explosion durch die Entstehung der Gasarten um einige tausendmal. Bei einem Schusse wird selten alles Pulver verbrannt, wie man sehen kann, wenn man die Kanonen auf einer mit Schnee bedeckten Ebene abfeuert, wo man auf der Oberfläche bald ein Menge nicht entzündeter Pulverkörner finden wird.

Die Analyse eines zuvor getrockneten Pulvers kann mit heifsem Wasser, welches den Salpeter auflöst, gemacht werden; der in Wasser unauflösliche Rückstand wird mit kaustischer Kalilauge gekocht, wodurch der Schwefel aufgelöst wird, und zuletzt die Kohle zurückbleibt.

Die Auflösung des Salpeters in heifsem Wasser wird bis zur Trockne abgedampft und der getrocknete Salpeter gewogen. Sehr oft enthält er aber etwas Kochsalz, und je mehr er davon enthält, desto schwächer ist das Schiefspulver, weil dadurch die Menge des Salpeters um so viel geringer wird.

Um die Quantität des Kochsalzes zu bestimmen, löst man den Salpeter wieder in heifsem Wasser auf und versetzt die Auflösung mit salpetersaurem Silber. Der dadurch entstandene Niederschlag (des salzsauren Silbers) wird, nachdem er hinreichend mit Wasser ausgewaschen ist, auf ein gewogenes Filtrum gebracht und scharf ausgetrocknet. Hundert Theile des getrockneten Hornsilbers entsprechen, wie schon bei den Eigenschaften des Salpeters angeführt wurde, 41 Theilen krystallisirtem Kochsalze.

Aufser dem eben angeführten Verfahren, den Schwefel von der Kohle vermittelst Kali zu trennen, hat man noch zwei andere Methoden vorgeschlagen. Die eine besteht, um die Quantität des Schwefels zu bestimmen) nach

Gay-Lussac darin: 1 Theil trocknes Schiefspulver genau mit 1 Theil reinem kohlensaurem Kali, 1 Theil Salpeter und 4 Theilen Kochsalz zu vermengen und das Gemeng in einem Platintiegel zu glühen, in welchem es ganz ruhig verbrennt und weifs wird. Die im Tiegel gebliebene Masse wird in Wasser aufgelöst und daraus durch ein Barytsalz die gebildete Schwefelsäure niedergeschlagen, nach welcher sich die Menge des vorhanden gewesenen Schwefels bestimmen läfst.

Die andere Methode besteht darin, über das getrocknete Gemeng von Kohle und Schwefel in eine Glasröhre trocknes Wasserstoffgas streichen zu lassen, und dann den Schwefel bei einer sehr gelinden Wärme der Weingeistlampe zu sublimiren. Statt des Wasserstoffgases kann man auch Chlorgas über das Gemeng streichen lassen, wo alsdann die Kohle rein zurückbleibt.

Fünf Procent Feuchtigkeit schaden der Qualität des Pulvers nicht merklich; hat es aber 14 pCt. Wasser absorbirt, so überzieht es sich beim Trocknen mit einer Salpeterkruste, wodurch die gleichförmige Mengung und folglich auch die Wirksamkeit des Pulvers leidet. *)

Anwendung des Salpeters.

Zur Bereitung der Salpetersäure, der Schwefelsäure, des chromsauren Kali etc.; vorzüglich zum Schiefspulver, in der Metallurgie, zu Feuerwerken, zum Einpöckeln des Fleisches für Seereisen, zum innerlichen Gebrauch als Arzneimittel und in vielen andern Gewerben.

2) Salpetersaures Natron. (*Nitrate de soude.*)

Kubischer oder Rhomboidal-Salpeter.

Auf künstlichem Wege kann es durch directe Verbindung der Salpetersäure mit Natron erhalten werden, oder dadurch, dafs man eine Auflösung vom salpetersaurem Kalk durch kohlensaures Natron zersetzt.

Das

*) Für die Verhältnisse zum Schiefspulver und zu andern detonirenden Gemengen, siehe die Tafel.

Das salpetersaure Natron wird von der Natur erzeugt, und in dem peruvianischen Districte Tarapa unweit der Gränze von Chili gefunden. Es bildet daselbst Lager von mehreren Fuſs Mächtigkeit und an verschiedenen Stellen steht es zu Tag, und erstreckt sich auf 40 französische Quadratmeilen.

Es findet sich daselbst theils ausblühend, theils krystallisirt, aber mit Thon und Sand und etwas Glaubersalz beigemengt. Man hat über 60000 Centner von diesem Salz durch Auflösung und Krystallisation gereinigt.

Es löst sich in 2 Theilen kaltem und in viel weniger als 1 Theil kochendem Wasser auf; ist etwas zerflieſslich und deſshalb zur Bereitung des Pulvers unbrauchbar.

Das damit bereitete Schieſspulver brennt dreimal langsamer als das gewöhnliche, aber mit einer schönen pomeranzengelben Farbe, weſshalb es zu Feuerwerken benutzt werden kann. Die Säure wird beim Verbrennen des Schieſspulvers nur unvollkommen zerlegt, wobei sich Stickstoffoxydgas und Stickstoffoxydulgas entwickeln.

Das salpetersaure Natron krystallisirt in Würfeln, welche wasserfrei sind, etwas bitter schmecken und Feuchtigkeit anziehen. Die regelmäſsigen Krystalle haben die doppelte Strahlenbrechung in einem höheren Grade als der Kalkspath (Marx). Werden sie rechtwinckelig auf ihrer Krystall-Axe geschliffen, so geben sie im polarischen Lichte dasselbe schwarze Kreuz und dieselben gefärbten Ringe, wie der Kalkspath und zwar vorzüglich schön. Sie lassen sich wie der Kalkspath leicht nach natürlichen Durchgängen spalten. Sie bestehen aus:

Natron	1	Atom	31,3	36,7
Salpetersäure	1	—	54	63,3
			85,3	100

3) Salpetersaures Lithion.

Ein in Wasser sehr auflösliches und zerflieſsliches Salz, welches in vierseitigen Säulen krystallisirt und in gelinder Hitze zu einer durchsichtigen Flüssigkeit schmelzt.

Sein Geschmack ist dem des Salpeters gleich. Im Alkohol ist es auflöslich. Die Auflösung brennt mit einer purpurrothen Flamme, wie diefs überhaupt mit allen Lithionsalzen, welche in Weingeist aufgelöst sind, der Fall ist.

4) Salpetersaures Ammonium.

Nitrum flammans. (*Nitrate d'ammoniaque.*)

Es wird durch directe Verbindung des Ammoniums mit Salpetersäure erhalten und krystallisirt nach der Auflösung nach langsamem Abkühlen in sechsseitigen Prismen, welche gefurcht sind und ein faseriges Gefüge haben.

Es löst sich in zwei Theilen kaltem und in der Hälfte seines Gewichts kochenden Wassers auf. Die concentrirte Auflösung kocht nach Faraday bei 125° C. Das Salz zerfliefst an der Luft, schmelzt noch vor dem Glühen, und verwandelt sich gänzlich in oxydirtes Stickgas und Wasser. Ist die Hitze aber zu grofs, so erhält man auch salpetrichte Säure, salpetrichtsaures Ammonium und Stickstoffgas.

Bei Bildung des oxydirten Stickgases verbindet sich der Wasserstoff des Ammoniums mit einem Theil Sauerstoff der Salpetersäure, zu Wasser und es bleibt gerade so viel Sauerstoff übrig, als nöthig ist, um sich mit dem Stickstoff des Ammoniums und mit dem Stickstoff der zersetzten Salpetersäure in oxydirtes Stickgas zu verwandeln.

Auf glühende Kohlen oder glühendes Eisen gebracht brennt es mit Flamme.

Das salpetersaure Ammonium besteht aus:

Ammonium	1	Atom	17	21,25
Salpetersäure	1	—	54	67,50
Wasser	1	—	9	11,25
			80	100

Das salpetrichtsaure Ammonium kann erhalten werden, wenn man eine Auflösung des neutralen salpetrichtsauren Bleioxyds mit schwefelsaurem Ammonium zersetzt, wobei schwefelsaures Blei niedergeschlagen wird und das salpetrichtsaure Ammonium in der Auflösung bleibt. Läfst man die filtrirte Flüssigkeit an der trocknen Luft freiwillig verdunsten, so bleibt das Salz in regelmäfsigen Krystallen zu-

rück. Die Auflösung des Salzes in Wasser wird durch eine geringe Temperaturerhöhung zerlegt, wobei sich Stickgas mit Aufbrausen entwickelt und die Flüssigkeit neutral bleibt.

5) Salpetersaure Baryterde. (*Nitrate de Baryte.*

Wird erhalten, wenn man Schwefelbarium durch mit Wasser verdünnte Salpetersäure neutralisirt; krystallisirt aus der Auflösung in regelmäſsigen an der Luft unveränderlichen Octaëdern, welche oft sternförmig zusammengehäuft und undurchsichtig sind.

Sie lösen sich in 13 Theilen kaltem und in 3 Theilen kochendem Wasser auf. Oder 100 Theile Wasser lösen bei einer Temperatur von 0° 5, bei 15° 8, 49° 17, bei 86° 29,6 und bei 100° 35 Theile salpetersauren Baryt auf.

Das Salz verknistert heftig beim Erhitzen und schmelzt erst beim Rothglühen, wodurch die Säure zersetzt wird und Baryt zurückbleibt.

Der salpetersaure Baryt enthält:

Baryt	1	Atom	76,6	58,6
Salpetersäure	1	—	54	41,4
			130,6	100

Anwendung. Zur Bereitung des reinen Baryts, als Reagens auf schwefelsaure Verbindungen und zur Analyse der kali- und natronhaltigen Fossilien.

6) Salpetersaurer Strontian. (*Nitrate de Strontiane.*)

Wird wie der salpetersaure Baryt aus dem Schwefelstrontium durch Neutralisirung mit Salpetersäure dargestellt; krystallisirt in groſsen Octaëdern, welche stark verwittern und sich in 5 Theilen kaltem und in der Hälfte ihres Gewichts kochenden Wassers auflösen. Unauflöslich in absolutem Alkohol, lösen sich aber in gewöhnlichem Weingeist auf. Auf den Docht einer brennenden Lampe gestrichen, wird die Flamme roth gefärbt. Beim Glühen des Salzes in einem Platintiegel bleibt reiner Strontian zurück.

Der salpetersaure Strontian besteht aus:

Strontian	1	Atom	52	34,44
Salpetersäure	1	—	54	35,76
Wasser	5	—	45	29,80
			151	100

Der getrocknete und gepulverte salpetersaure Strontian wird zu einem mit Purpurflamme brennenden Pulver benutzt, welches bei Feuerwerken und in Theatern zum Rothfeuer angewendet wird, wovon die Bestandtheile an der Tafel angegeben sind.

7) Salpetersaurer Kalk. (*Nitrate de chaux.*)

Das Salz befindet sich in den Salpetermauern und in einigen Brunnenwassern. Ist eins der auflöslichsten Salze und bedarf zu seiner Auflösung nur den vierten Theil seines Gewichtes Wasser.

Krystallisirt, obgleich nicht ohne Schwierigkeiten in sechsseitigen Prismen, welche bei einer schwachen Wärme zu einer klaren Flüssigkeit werden, an der Luft gänzlich zerfliefsen und sich in Alkohol auflösen. Der nach dem Glühen bleibende Rückstand ist ein salpetrichtsaurer Kalk, welcher in der Dunkelheit schwach leuchtet und unter dem Namen von Balduins Phosphor bekannt ist.

Der salpetersaure Kalk besteht aus:

Kalk	1	Atom	28,5	34,6
Salpetersäure	1	—	54	65,4
			82,5	100

8) Salpetersaure Magnesia. (*Nitrate de Magnesie.*)

Wird ebenfalls in den Salpeterwänden und in einigen Brunnenwassern angetroffen. Sie ist in der Hälfte ihres Gewichts kalten Wassers und in 9 Theilen Alkohol von 0,840 spec. Gew. auflöslich. Krystallisirt in geschobenen vierseitigen Säulen, von bitterem stechendem Geschmack und zerfliefst sehr schnell an der Luft. Beim Glühen zersetzt sich die Säure und die Magnesia bleibt rein zurück. Mit Ammonium bildet sie ein Doppelsalz, welches 11 Theile Wasser zu seiner Auflösung erfordert.

Die salpetersaure Magnesia besteht aus:

Magnesia	1	Atom	20	27
Salpetersäure	1	—	54	73
			74	100

9) Salpetersaure Alaunerde. (*Nitrate d'alumine.*)

Wird durch Auflösen von Thonerde-Hydrat in Salpetersäure dargestellt. Kommt gewöhnlich in biegsamen glänzenden Blättchen und strahligen Krystallen oder als gummiartige Masse vor. Ist sehr auflöslich in Wasser und Weingeist, an der Luft zerfliefsend. Mit Ammonium wird die Auflösung des Salzes in Wasser in kleisterartige basische salpetersaure Thonerde niedergeschlagen, aus welcher die Säure durch einen Ueberschufs von Ammonium nicht wieder ausgezogen wird.

10) Salpetersaure Zirconerde. (*Nitrate de Zircone.*)

Wird das Zirconerde-Hydrat in Salpetersäure aufgelöst und die Flüssigkeit abgeraucht, so bleibt eine gummiartige klebrige Masse von herbem saurem Geschmack zurück, welche sich gröfstentheils in Wasser wieder auflöst.

11) Salpetersaure Beryllerde. (*Nitrate de glucine.*)

Die Auflösung der Beryllerde in Salpetersäure stellt durch Abrauchen ein weifses Pulver dar, was einen sehr süfsen herben Geschmack hat und an der Luft zerfliefst. In Wasser und in Weingeist ist es sehr auflöslich. Die Auflösung hat eine grofse Neigung beim Abdunsten Säure fahren zu lassen, wodurch ein basisches Salz entsteht.

12) Salpetersaure Yttererde. (*Nitrate d'Yttria.*)

Ein zerfliefsliches Salz, was in der Wärme zu einer gummiartigen Masse austrocknet.

Salpetrichtsaure Salze. (*Nitrites.*)

Die Verbindungen der salpetrigen Säure mit d n Basen sind wenig bekannt. Das salpetrichtsaure Kali kann er-

halten werden, wenn man Salpeter glüht, und ihn, wenn er erst zum Theil zersetzt ist, wieder aus dem Feuer nimmt. Er hat alsdann ein Atom Sauerstoff verloren, wodurch die Salpetersäure in salpetrige Säure verwandelt wird.

Die salpetrichtsauren Salze unterscheiden sich dadurch von den Nitraten, daſs sie mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, aufbrausen und rothe Dämpfe von salpetriger Säure entwickeln.

c. Chlorsaure Salze. (*Chlorates.*)

Es ist bis jetzt noch kein Chlorat in der Natur angetroffen worden; alle sind Producte der Kunst.

Man bereitet sie durch directe Verbindung der Clorsäure mit den Basen, oder dadurch, daſs man Chlorgas in concentrirte Auflösungen der Basen streichen läſst, wie wir beim chlorsauren Kali sehen werden.

Alle Chlorate sind auflöslich in Wasser, und einige sind es auch in Weingeist; auf die Pflanzenfarben äuſsern sie keine Wirkung.

In der Glühhitze werden sie unter Entwickelung von Sauerstoffgas zersetzt und hinterlassen salzsaure Salze oder Chlormetalle.

Sie verpuffen, wenn sie auf glühende Kohlen geworfen oder mit brennbaren Körpern vermengt, erhitzt werden, viel heftiger als die Nitrate. Schon durch den Stoſs kann ein Gemeng von einem Chlorat mit Kohle, Schwefel etc. explodiren, indem der an das Chlor lose gebundene Sauerstoff mit den brennbaren Körpern eine innigere Verbindung eingeht.

Werden die Chlorate mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, so entsteht unter Entwickelung von Wärme ein Verprasseln, und es entweichen gelbe Dämpfe von Chloroxyd, welche von der Zersetzung der Chlorsäure herrühren. Mit Salzsäure vermengt, entwickeln sie Chlorgas und Chloroxyd.

Eine mit Indigoauflösung vermengte chlorsaure Verbindung wird durch Zusatz von concentrirter Schwefelsäure entfärbt, wie dieſs auch bei den Nitraten der Fall

ist. Die Nitrate mit alkalischer Basis lassen aber auf glühenden Kohlen verpufft, stets einen alkalischen Rückstand, die Chlorate hingegen unterscheiden sich von den Nitraten dadurch, dafs sie nach dem Glühen eine vollkommene neutrale Verbindung von Chlor mit einer reducirten Basis zurücklassen.

Mit den Nitraten haben sie noch die Eigenschaft gemein, dafs ein Goldblättchen in den Auflösungen von chlorsauren Salzen unter Zusatz von Schwefelsäure aufgelöst wird.

1) Chlorsaures Kali.

Oxydirtsalzsaures Kali. (*Chlorate de potasse.*)

Das Salz wird erhalten, wenn man Chlorgas in eine concentrirte Kaliauflösung so lange streichen läfst, als die Flüssigkeit noch Gas aufnimmt. Durch Zersetzung des Wassers vermittelst Chlor wird bald salzsaures Kali gebildet, was sich zuerst in der Lauge in Krystallen absetzt, welche man, wenn die Flüssigkeit etwa bis zur Hälfte gesättigt ist, herausnehmen kann, alsdann läfst man das Gas wieder hineinströmen, worauf zuletzt chlorsaures Kali krystallisirt.

Das zu dieser Operation angewendete kohlensaure oder kaustische Kali mufs in seinem Gewicht Wasser aufgelöst seyn. Das Salz, welches in glänzenden Schuppen anschiefst, ist das chlorsaure Kali. Das salzsaure Kali hingegen krystallisirt in Würfeln.

Es bilden sich während des Hineinströmens des Gases in die Kalilauge zwei Salze, nämlich: das salzsaure und das chlorsaure Kali, welche beide die Pflanzenfarben nicht bleichen; ferner auch etwas Chlorkali, was nach Berzelius als chlorichtsaures Kali zu betrachten ist, und diese letztere ist die einzige zum Bleichen geschickte Verbindung, bekannt unter dem Namen: Javellische Lauge, — während die beiden ersten krystallisirten Salze zum Bleichen durchaus untauglich sind.

Man löst die zuletzt gebildeten Krystalle noch einmal in 2½ Theile kochendem Wasser auf, und filtrirt die Flüssigkeit siedend heifs, wobei das Salz in glänzenden Schuppen krystallisirt; es ist aber nur dann ganz rein und von salz-

saurem Kali vollkommen frei, wenn die Auflösung desselben von der Silberauflösung nicht mehr getrübt wird.

Wird die Mutterlauge noch bis zur Hälfte abgeraucht, so schiefsen durchs Abkühlen noch chlorsaures und salzsaures Kali an, wovon ersteres ebenfalls durch eine Auflösung in kochendem Wasser getrennt werden kann, indem es beim Abkühlen zuerst wieder krystallisirt.

Wenn das Chlorgas in die concentrirte Kaliauflösung streicht, so zersetzt sich das Wasser; der Wasserstoff verbindet sich mit dem Chlor zu Salzsäure und der Sauerstoff des Wassers verbindet sich mit der andern Portion des Chlors zu Chlorsäure, welche bei den Säuren sich mit dem Kali verbinden, und woraus die beiden ebengenannten Salze entstehen.

Das chlorsaure Kali ist luftbeständig und krystallisirt zuweilen in regelmäfsigen Rhomben; 100 Theile Wasser bei 0 Temperatur lösen 3,33, bei 15° 6 Theile, bei 35° 12 Theile, bei 49° 19 Theile und bei 104°, den Kochpunkt der gesättigten Flüssigkeit 60 Theile des Salzes auf.

Beim Glühen schmilzt es und gibt 39 pCt. an Gewicht reines Sauerstoffgas, und es bleibt salzsaures Kali oder Chlorkalium zurück.

Im eisernen Mörser gestofsen, prasselt es mit Funkensprühen und verpufft auf glühenden Kohlen viel stärker als der Salpeter.

Mit concentrirter Schwefelsäure entwickeln sich mit Geräusch rothgelbe Dämpfe von Chloroxydgas.

Mit $\frac{1}{3}$ Schwefel vermengt, und mit dem Hammer auf dem Ambos geschlagen, entsteht eine heftige Detonation. Eben so, wenn es mit Schwefel und Kohle zusammengerieben ist.

Ein Gemeng des Salzes mit Zucker geräth durch Schwefelsäure in Brand. Diese letzte Eigenschaft wird benutzt, um die Schwefelzündhölzer zu bereiten, wozu folgende Verhältnisse genommen werden: Chlorsaures Kali 30 Theil, Schwefelblumen 10, Zucker 8, Gummi arabicum 5, Cinnober eine geringe Menge zum Färben und Wasser so viel als erforderlich, um die Masse herzustellen. Die Substanzen müssen einzeln jede für sich gerieben und dann mit der

gröſsten Vorsicht feucht vermengt werden, um eine etwaige Explosion zu vermeiden.

In die mit Wasser angefeuchtete Masse taucht man das eine Ende der Schwefelhölzchen so ein, daſs eine dünne Schicht daran hängen bleibt, worauf sie getrocknet werden. Um davon Gebrauch zu machen, bringt man die Spitze derselben mit concentrirter Schwefelsäure in Berührung, wodurch sich die Masse entzündet, und alsdann vermittelst des Schwefels das Holz anbrennt. Damit die Hölzchen aber nicht zu tief in die Säure getaucht werden, wodurch das Anbrennen verhindert würde, so bedient man sich einer kleinen Flasche, welche mit concentrirter Schwefelsäure getränkten Amianth enthält, wodurch verhindert wird, daſs das Hölzchen zu tief in die Säure komme, und daſs das Holz selbst von der Säure berührt werde. Die Flasche muſs nach dem Gebrauche wieder gut verschlossen werden, weil die Schwefelsäure durch das Anziehen der Feuchtigkeit aus der Luft ihre Eigenschaft, die Masse anzuzünden, verliert.

Das chlorsaure Kali mit Schwefel und Kohle vermengt, wurde während der französischen Revolution zum Schieſspulver verwendet. Die Waffen wurden aber davon zu stark oxydirt, und wiederholte freiwillige Explosionen, wobei Menschen umkamen, waren Veranlassung, daſs man auf den Gebrauch dieses Pulvers wieder verzichtete. Das Salz wurde darauf aus dem Pulver wieder aufgelöst, von Neuem krystallisirt und auf diese Weise das Pulver vernichtet.

Man hat auch das chlorsaure Kali in neuerer Zeit zu einem Percussionspulver verwendet, was sich durch den Stoſs entzündet und deſshalb auf der Zündpfanne bei Flinten gebraucht wird. Am häufigsten bereitet man das Pulver so, daſs man Schieſspulver mit heiſsem Wasser auslaugt und den unaufgelösten noch feuchten Rückstand (Schwefel und Kohle) mit 5¼ Theilen feingeriebenen chlorsaurem Kali genau vermengt. Die noch dünne Masse wird in kleine kupferne Hütchen gebracht, und nach dem Austrocknen werden die Hütchen statt der Zündpfanne an die Flinte auf die Weise befestigt, daſs der Hahn beim Losdrücken auf

das Pulver schlägt, wodurch es entzündet und die Flamme in den Lauf getrieben wird. Da sich aber beim Abbrennen dieses Pulvers immer etwas Chlorgas bildet, wodurch die Metalle bald sehr angegriffen werden, so wendet man lieber ein Percussionspulver an, was mit Knallquecksilber bereitet wird.

Das chlorsaure Kali enthält:

Kali	1	Atom	=	47,2	— 38,5
Chlorsäure	1	„	=	75,4	— 61,5
				122,6	100.

Anwendung: Zu Zündhölzern, zur Bereitung des reinen Sauerstoffgases. Statt des Knallquecksilbers zu den Kupferhütchen für Flinten mit Percussionsschlössern, zu Feuerwerksätzen mit salpetersaurem Strontian zur Analyse organischer Stoffe etc.

Das oxydirt chlorsaure Kali wird erhalten, wenn man nach Angabe des Grafen Stadion das geschmolzene chlorsaure Kali mit concentrirter Schwefelsäure übergiefst, und damit bei + 40 bis 50 so lange erwärmt, bis die gelbe Masse weifs ist; alsdann löst man die Masse in kochendem Wasser auf und läfst die Auflösung durch freiwilliges Verdampfen an der Luft von selbst krystallisiren. Die Mutterlauge, welche sich über den entstandenen Krystallen befindet, ist saures schwefelsaures Kali. Die krystallisirte Masse wird noch zu wiederholten Malen umkrystallisirt, um sie vom sauren schwefelsauren Kali gänzlich zu reinigen. Das neutrale oxydirte chlorsaure Kali krystallisirt in Rectangulär-Octaëdern, löst sich in 55 Theilen kaltem und in viel weniger kochend heifsem Wasser auf. Auf glühende Kohlen geworfen und mit Schwefel zusammengerieben, verpufft es nur schwach. Bei einer Temperatur von + 200° wird es zersetzt und entwickelt 45,92 pr. C. seines Gewichts Sauerstoffgas, wobei salzsaures Kali zurückbleibt. Wird es mit concentrirter Schwefelsäure bis zu 137° erwärmt, so entweicht die oxydirte Chlorsäure.

Nach einer Analyse des Grafen Stadion besteht das Salz aus:

Kali	1 Atom	=	47,2 —	34,05
Oxydirte Chlorsäure	1 „	=	91,4 —	65,95
			138,6	100.

2) Chlorsaures Natron. (*Chlorate de soude.*)

Wird auf die nämliche Weise dargestellt, wie das chlorsaure Kali, läfst sich aber von dem zu gleicher Zeit gebildeten salzsauren Natron, was eben so auflöslich ist, nur schwer trennen; kann indessen mit Alkohol, in welchem das chlorsaure Natron auflöslicher ist, zum Theil davon getrennt werden. Krystallisirt in Tafeln, welche zerfliefslich sind.

3) Chlorsaures Ammonium. (*Chlorate d'ammoniaque.*)

Wird erhalten, wenn man eine Auflösung von chlorsaurem Baryt mit kohlensaurem Ammonium vermengt, oder dadurch, dafs man zu einer Auflösung von Kieselfluor Ammonium fein geriebenes chlorsaures Kali setzt, bis sich kein Kieselfluor-Kalium mehr niederschlägt. Die von diesem Niederschlage oder von dem kohlensauren Baryt abgegossene Flüssigkeit wird bei gelinder Wärme abgeraucht, aus welcher das Salz in feinen Nadeln krystallisirt, welche in Wasser und in Alkohol sehr auflöslich sind. Das Salz verpufft auf einem erhitzten Körper mit rothem Feuer. Es sublimirt sich bei der Temperatur des kochenden Wassers.

4) Chlorsaurer Baryt. (*Chlorate de baryte.*)

Wird direct bereitet durch Chlorsäure und Barythydrat oder aus einer heifsen Auflösung von chlorsaurem Kali mit einem Ueberschufs von saurer flufssaurer Kieselerde versetzt, und dann mit Baryt gesättigt.

Das Salz krystallisirt in Prismen, welche in vier Theil kaltem, und in noch weniger kochendem Wasser auflöslich sind. In Alkohol lösen sie sich nicht auf. Die Auflösung des Salzes wird von dem salpetersauren Silber nicht getrübt.

Der chlorsaure Strontian wird eben so wie das Barytsalz gewonnen. Aus der Luft zieht es Feuchtigkeit an, und ist in Weingeist leicht auflöslich.

d. Phosphorsaure Salze. (*Phosphates.*)

Die alkalischen phosphorsauren Salze sind sehr auflöslich in Wasser, die erdigen aber wenig; wohl aber lösen sich letztere in einem Ueberschuſs von Säure auf. Krystallisiren selten neutral, sondern fast immer basisch oder sauer; geben mit Kalk- und Barytwasser einen leichten voluminösen Niederschlag, welcher sich in Salpetersäure ohne Aufbrausen auflöst.

Mit salpetersaurem Silber geben die auflöslichen Salze einen gelben Niederschlag, welcher in Salpetersäure auflöslich ist. Die auflöslichen Phosphate fällen aber das Silbersalz nur dann gelb, wenn sie nicht geglüht sind; nach der Calcination wird das Silbersalz davon weiſs gefällt. Um die unauflöslichen phosphorsauren Salze zu erkennen, werden sie mit Schwefelsäure benetzt, auf einem Platindraht in die innere Flamme des Löthrohrs gebracht, wodurch der äuſsern Flamme eine grünliche Farbe mitgetheilt wird. Da sich nun aber die boronsauren Salze eben so verhalten, so hat Berzelius folgendes Verfahren angewendet: man schmilzt das unauflösliche phosphorsaure Salz mit etwas Boronsäure vor dem Löthrohr auf Kohle und schiebt einen feinen Eisendraht so in die geschmolzene Kugel, daſs er an beiden Seiten aus derselben hervorragt. Darauf wird die Perle mit der innern Flamme stark erhitzt. Nach dem Erkalten wird die Glasperle von der Kohle genommen und mit Papier umwickelt durch einen schwachen Hammerschlag auf dem Ambos zerschlagen, wobei sich das Phosphoreisen als ein sprödes metallisches Korn abscheidet; auch dieses zerspringt durch einen starken Schlag mit dem Hammer. Oder man kann ein im Wasser aufgelöstes phosphorsaures Salz mit essigsaurem Blei niederschlagen, und das dadurch erhaltene phosphorsaure Blei auf Kohle durch die äuſsere Flamme des Löthrohrs schmelzen, wobei das Korn beim Abkühlen deutlich krystallisirt.

1) Phosphorsaurer Kalk. (*Phosphate de chaux.*)

Die Phosphorsäure kann sich mit der Kalkerde in verschiedenen Verhältnissen verbinden. Der neutrale phos-

phorsaure Kalk wird erhalten, wenn man phosphorsaures Natron mit salzsaurem Kalk, dem etwas Ammonium zugesetzt ist, vermengt. Ist ein weifses krystallinisches in Wasser unauflösliches Pulver. Ist in Säuren leicht auflöslich, auch in kohlensaurem Wasser. Kommt in Estremadura in grofsen Massen vor, auch krystallisirt im Apatit, Spargelstein; ferner im Getreide, in der Asche verschiedener Pflanzen, in den Knochen etc.

Das neutrale Salz, es mag künstlich dargestellt oder ein Naturprodukt seyn, ist weifs, ohne Geschmack, löst sich in Wasser nicht auf, wohl aber in Salpetersäure, Salzsäure und Phosphorsäure ohne Aufbrausen.

Der neutrale phosphorsaure Kalk enthält:

Kalk	1 Atom	=	28,5 —	44,2
Phosphorsäure	1 „	=	36	55,8
			64,5	100.

Der basische phosphorsaure Kalk enthält nur 45,7 Phosphorsäure und 54,3 Kalkerde.

Saurer phosphorsaurer Kalk. (*Phosphate acide de chaux.*)

Kann erhalten werden, wenn man den neutralen phosphorsauren Kalk in Phosphorsäure, in Salpeter- oder Salzsäure auflöst und bis zum Krystallisiren abdampft.

Am leichtesten verschafft man sich diefs Salz, wenn man drei Theile gebrannte fein gepulverte Knochen mit zwei Theilen concentrirter Schwefelsäure, welche mit 24 Theilen Wasser verdünnt worden, einige Tage digerirt und das heifse Gemenge oft umrührt; als dann seihet man es durch Leinwand, raucht die klare Flüssigkeit bis zur Trockne ab und behandelt nun die Masse mit so wenig als möglich Wasser, welches den sauren phosphorsauren Kalk wieder auflöst und den Gyps zurückläfst.

Aus einer concentrirten Auflösung des sauern phosphorsauern Kalks schlägt die concentrirte Schwefelsäure nicht allen Kalk nieder. Die concentrirte Schwefelsäure zersetzt selbst den neutralen phosphorsauren Kalk nur theilweise.

Digerirt man neutralen phosphorsauren Kalk mit einem Gemeng von Schwefelsäure und Alkohol, so wird er ebenfalls nicht vollkommen zerlegt, sondern man erhält Phosphorsäure, welche im Alkohol zwar auflöslich, aber doch nicht von allem Kalk befreit ist.

Der saure phosphorsaure Kalk krystallisirt in Schuppen, welche Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, im Feuer verglasen, und mit Kohle geglüht, Phosphor geben.

Anwendung. Zur Bereitung der auflöslichen phosphorsauren Salze und zur Fabrication des Phosphors.

2) Phosphorsaures Kali. (*Phosphate de potasse.*)

Wird erhalten, wenn man sauren phosphorsauern Kalk mit kohlensaurem Kali übersättigt und die filtrirte Flüssigkeit bis auf einen gewissen Grad abraucht. Es krystallisirt als eine neutrale strahlige Salzmasse, welche die Feuchtigkeit aus der Luft anzieht.

Das saure Salz schiefst in grofsen regelmäfsigen Krystallen an. Beide Salze geben durchs Glühen eine durchsichtige Glasperle, welche aber beim Abkühlen ihre Durchsichtigkeit wieder verliert.

Das saure krystallisirte phosphorsaure Kali besteht aus:

Kali	1 Atom	= 47,2	—	34,40
Phosphorsäure	2 „	= 72	—	52,48
Wasser	2 „	= 18	—	13,12
		137,2		100.

Das phosphorichtsaure Kali ist ein leicht krystallisirbares Salz, was an der Luft zerfliefst, sich aber in Weingeist nicht auflöst.

Das unterphosphorichtsaure Kali wird erhalten, wenn man Phosphor auf Kosten des Wassers durch Kochen mit Kalihydrat oxydirt. Das Salz ist unkrystallisirbar, an der Luft sehr zerfliefslich und löst sich in Weingeist auf.

3) Phosphorsaures Natron. *Sal mirabile perlatum.* Perlsalz. (*Phosphate de soude.*)

Befindet sich im Blut und Urin und wird durch Zersetzung des sauren phosphorsauren Kalks mit kohlensaurem Natron erhalten. Krystallisirt in rhomboidalen Säulen von

einem angenehmen Geschmack, welche an der Luft schnell verwittern und beim Glühen zu einer Glasperle schmelzen; die Perle wird aber beim Erkalten undurchsichtig.

Ist in 4 Theilen kaltem und in 2 Theilen kochendem Wasser auflöslich. Die Krystalle bilden sich am besten aus einer Flüssigkeit, welche etwas Ueberschuſs an Natron enthält, auch reagirt das Salz selbst immer alkalisch.

Wenn das phosphorsaure Natron geglüht und dann wieder in Wasser aufgelöst wird, so schlägt die Flüssigkeit das Silbersalz nicht mehr gelb, sondern weiſs nieder. Auſserdem erhält man durch Abkühlen der Auflösung Krystalle, wovon die Grundform eine ungleich vierseitige Pyramide ist, welche einen muscheligen Bruch haben und an der Luft nicht mehr verwittern. Sie enthalten nach Clark viel weniger Krystallwasser und sind weniger auflöslich, als das gewöhnliche phosphorsaure Natron.

Das phosphorsaure Natron besteht aus:

Natron	1	Atom	= 31,3	—	17,8
Phosphorsäure	1	„	= 36	—	20,6
Wasser	12	„	= 108	—	61,6
			175,3		100.

Anwendung. In der Medicin als abführendes Salz. Wird das Salz mit Phosphorsäure übersättigt, so krystallisirt ein saures Salz in Schuppen.

Das phosphorigsaure Natron krystallisirt in würfelähnlichen Rhomboëdern, welche im Wasser und in Weingeist leicht auflöslich sind.

Das unterphosphorigsaure Natron löst sich nach Dulong ebenfalls in Wasser und in absolutem Weingeist leicht auf.

4) Phosphorsaures Lithion.

Das neutrale Salz wird erhalten durch Zersetzung des schwefelsauren Lithions mit phosphorsaurem Ammonium. Ist ein weiſses in Wasser unauflösliches Pulver. Das saure ist leicht auflöslich und krystallisirt in durchsichtigen Körnern.

5) **Phosphorsaures Ammonium.** (*Phosphate d'ammoniaque.*)

Befindet sich im Urin der fleischfressenden Thiere, im Blasenstein und in Concrementen.

Das Salz wird bereitet, wenn man den sauern phosphorsauern Kalk durch kohlensaures Ammonium zersetzt. Die filtrirte Flüssigkeit wird langsam abgeraucht und das dadurch etwa verflüchtigte Ammonium wird wieder ersetzt. Es krystallisirt in vierseitigen Prismen mit vierseitigen Endpyramiden. Ist luftbeständig, löst sich in vier Theilen kaltem und in weniger als zwei Theilen kochendem Wasser auf. Beim Glühen wird das Ammonium verflüchtigt, und es bleibt Phosphorsäure zurück.

Durch schnelles Abrauchen der Flüssigkeit erhält man ein saures phosphorsaures Ammonium, und wenn man der concentrirten Auflösung noch Ammonium hinzusetzt, so entsteht ein basisches schwer auflösliches Salz, welches sich aus der Flüssigkeit niederschlägt und zu einem Magma erstarrt.

Das phosphorsaure Ammonium verbindet sich mit Natron, mit Magnesia und Lithion zu Doppelsalzen.

Das phosphorsaure Natron-Ammonium, bekannt unter dem Namen: *Sal microcosmicus*, oder *Sal fusibilis urinae*, befindet sich im Urin. Es kann rein erhalten werden, wenn man sechs Theile krystallisirtes phosphorsaures Ammonium mit zwei Theilen Wasser aufkocht, ein Theil Salmiakpulver hinzusetzt und die Flüssigkeit noch heiſs filtrirt. Die nach dem Abkühlen der Flüssigkeit sich bildenden Krystalle verwittern an der Luft und verlieren auch etwas Ammonium. Das Salz schmilzt leicht zu einer Glasperle und wird zu Löthrohrversuchen angewendet.

Das **neutrale** phosphorsaure Ammonium besteht aus:

Ammonium	1 Atom	= 17	—	25,57
Phosphorsäure	1 „	= 36	—	54,13
Wasser	1½ „	= 13,5	—	20,30
		66,5		100.

Das

Das saure phosphorsaure Ammonium enthält:

Ammonium	1 Atom	= 17	= 14,65
Phosphorsäure	2 „	= 72	= 62,07
Wasser	3 „	= 27	= 23,28
		116	100.

Das phosphorsaure Ammonium wird zur Bereitung der Phosphorsäure, und aufserdem noch dazu verwendet, die Zeuge unverbrennlich zu machen.

Wenn man nämlich leinene Zeuge oder auch die feinsten Musseline mit einer Auflösung von phosphorsaurem Ammonium benetzt, so brennen sie nach dem Austrocknen nicht mehr mit Flamme, sondern verkohlen nur, wenn man sie ins Feuer legt, weil nicht allein durch das verfliegende Ammonium, sondern auch durch die geschmolzene Phosphorsäure die Luft abgehalten wird.

Das phosphorigsaure Ammonium krystallisirt in vierseitigen mit vier Flächen zugespitzten Säulen, welche die Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, sich in zwei Theilen kaltem und in noch weniger kochendem Wasser auflösen. Beim Erhitzen in einer Retorte entwickelt sich Ammonium, Phosphorwasserstoffgas, Stickgas und Wasser; wasserhaltige Phosphorsäure bleibt zurück.

Das unterphosphorigsaure Ammonium ist ein an der Luft zerfliefsendes Salz, was sich in Wasser und in absolutem Weingeist leicht auflöst.

6) Phosphorsaurer Baryt. (*Phosphate de Baryte.*)

Der neutrale phosphorsaure Baryt wird erhalten, wenn man eine Auflösung von phosphorsaurem Ammonium mit salzsaurem Baryt vermengt.

Das Salz ist ein weifses im Wasser unauflösliches Pulver, aus welchem durch verdünnte Schwefelsäure die Phosphorsäure ganz vollkommen und rein abgeschieden werden kann, aus welchem Grunde es zur Bereitung der Phosphorsäure geeignet ist. In Salpetersäure und Salzsäure ist es vollkommen auflöslich. Schmilzt beim Glühen zu einer grauen Masse.

Der saure phosphorsaure Baryt wird erhalten, wenn man den neutralen in wässeriger Phosphorsäure auflöst, und die Flüssigkeit abdampft oder mit Alkohol vermengt, worauf sich im ersten Fall Krystalle bilden, und im letztern fällt es in leichten weifsen Flocken zu Boden.

Der neutrale phosphorsaure Baryt besteht aus:

Baryt	1 Atom	= 76,6	—	68
Phosphorsäure	1 „	= 36	—	32
		112,6		100

Der saure oder doppelt phosphorsaure Baryt enthält:

Baryt	1 Atom	= 76,6	—	46,0
Phosphorsäure	2 „	= 72	—	43,2
Wasser	2 „	= 18	—	10,8
		166,6		100.

Der unterphosphorigsaure Baryt, durch Zersetzen des Phosphorbaryums in Wasser erhalten, ist schwer krystallisirbar, zerfliefst an der Luft und löst sich nach Dulong leicht im Wasser auf. Der neutrale phosphorigsaure Baryt ist ein weifses in Wasser unauflösliches Pulver.

7) Phosphorsaurer Strontian. (*Phosphate de Strontiane.*)

Wird auf die nämliche Weise wie der phosphorsaure Baryt bereitet, indem man die Auflösung des salzsauren Strontians durch phosphorsaures Ammonium niederschlägt.

Ein weifses in Wasser unauflösliches Pulver, welches vor dem Löthrohr zu einem farblosen Email schmilzt, und beim Schmelzen phosphorescirt; verhält sich übrigens wie der phosphorsaure Baryt. Enthält 41 Phosphorsäure und 59 Strontian.

8. Phosphorsaure Magnesia. (*Phosphate de magnesie.*)

Wenn man eine concentrirte Auflösung von schwefelsaurer Magnesia mit einer ebenfalls gesättigten Auflösung von phosphorsaurem Natron vermengt, so krystallisirt die phosphorsaure Magnesia nach einiger Zeit in sechsseitigen Prismen oder Nadeln.

Das Salz ist in kaltem und weniger in heiſsem Wasser auflöslich und schmilzt beim Glühen zu einem durchsichtigen Glase. Nach Graham trübt sich die gesättigte, mit kaltem Wasser gemachte Auflösung beim Kochen, und setzt eine Quantität Salz ab.

Die Krystalle enthalten Wasser und verwittern an der Luft.

Das Salz befindet sich in geringer Menge in den Knochen, im Getreide und in einigen Grasarten.

Mit Ammonium bildet es ein schwerlösliches Doppelsalz, welches beim Glühen mit Verlust des Ammoniums zu saurer phosphorsaurer Magnesia schmilzt. Dieſs Doppelsalz macht einen Hauptbestandtheil einiger Blasensteine aus.

9) Phosphorsaure Thonerde.

Wird erhalten, wenn man eine Alaunauflösung durch phosphorsaures Natron fällt. Ist ein weiſses geschmackloses in Wasser unauflösliches Pulver, welches sich in Kali und in Säuren auflöst. Aus seiner Auflösung in Kali wird es durch Salmiak unverändert wieder niedergeschlagen.

Wird das neutrale Salz in Phosphorsäure aufgelöst, so erhält man durch Abdampfen ein saures gummiartiges Salz, welches beim Glühen zu einem durchsichtigen Glase schmilzt und an der Luft zerflieſst. Als Hydrat kommt die basische phosphorsaure Thonerde im Wawellit mit 27,8 pr. C. Krystallwasser vor.

Die phosphorsaure Zirconerde, Beryll- und Yttererde

verhalten sich im Allgemeinen wie die phosphorsaure Thonerde. Mit Kieselerde schmilzt die Phosphorsäure zu einem durchsichtigen Glase.

Phosphorichtsaure Salze. (*Phosphites.*)

Keines der phosphorichtsauren Salze wird in der Natur angetroffen; alle müssen durch directe Verbindung der Säure mit den Basen dargestellt werden.

Auf glühende Kohlen geworfen, oder vor dem Löthrohr behandelt, bringen sie eine gelbe Flamme unter Knoblauchgeruch hervor, und in verschlossenen Gefäſsen erhitzt, entwickelt sich Phosphorwasserstoffgas, worauf alsdann ein phosphorsaures Salz zurückbleibt.

An der Luft und vorzüglich durch das Einwirken der Salpetersäure werden sie in phosphorsaure Salze verwandelt.

Die alkalischen phosphorichtsauren Salze sind sehr auflöslich in Wasser und zerflieſslich, lösen sich auch zum Theil in Weingeist auf.

Die neutralen Verbindungen der phosphorichten Säure mit Erden sind in Wasser unauflöslich.

Unterphosphorichtsaure Salze. (*Hypophosphites.*)

Zu ihrer Darstellung hat Hr. Rose mehrere Verfahrungsarten angegeben. Die erste Bedingung dazu ist Phosphor mit Hydrat von Kalkerde oder Baryterde zu kochen, wobei sich ein phosphorsaures Erdsalz unlöslich abscheidet, während das unterphosphorichtsaure in Auflösung bleibt, die man abfiltrirt. Aus einem von diesen aufgelösten Salzen können nun die übrigen durch doppelte Zersetzung mit solchen, deren schwefelsaure und kohlensaure Salze leicht löslich sind, bereitet werden. Dabei entstehen jedoch meist Gemenge von den unterphosphorichtsauren Salzen der beiden Basen, ausgenommen bei oxalsaurer Talkerde und oxalsaurem Manganoxydul, die vollständig zerlegt werden.

Am bequemsten bereitet man die meisten dieser Salze durch Sättigung der freien Säure mit der Basis. Hierzu ist

jedoch erforderlich, dafs die Säure frei von Schwefelsäure sey, was bei der gewöhnlichen Bereitungsmethode nicht immer glückt. Rose verfährt daher auf folgende Art: die mit etwas Schwefelsäure verunreinigte unterphosphorichte Säure wird mit vielem Wasser verdünnt, und eine kurze Zeit lang mit Bleioxyd im Ueberschufs bei gewöhnlicher Temperatur digerirt, bis die Säure bleihaltig wird, worauf man das Bleioxyd durch Schwefelwasserstoffgas niederschlägt, und die Säure zur gehörigen Concentration abdampft.

Die unterphosphorichtsauren Salze sind alle in Wasser löslich, und die meisten krystallisirbar. Bei der trocknen Destillation geben sie Phosphorwasserstoffgas und phosphorsaures Salz. Ist ersteres selbstentzündlich, so ist das zurückbleibende Salz neutral. Enthält es Ueberschufs an Wasserstoffgas, so ist das Salz sauer.

Die Salze mit feuerbeständiger alkalischer Basis können durch Kochen des kaustischen Alkali's in Wasser mit Phosphor gebildet werden; der Ueberschufs von Alkali wird sehr genau mit Schwefelsäure oder Kohlensäure gesättigt, darauf abgeraucht und das unterphosphorichtsaure Salz mit Alkohol ausgezogen.

Nur das Natronsalz krystallisirt. Die Salze von Kali und Ammoniak sind sehr zerfliefslich. Die Salze von Baryt-, Strontian- und Kalkerde krystallisiren und sind den biegsamen Krystallen von Gyps ähnlich. Sie enthalten drei Atome Wasser auf zwei Atome Salz; das Barytsalz aber, unter der Luftpumpe eingetrocknet, enthält 3 Atome Wasser auf Ein Atom Salz.

Magnesiahydrat mit Phosphor gekocht, gibt kein unterphosphorichtsaures Salz. Man erhält dasselbe am besten mit oxalsaurer Magnesia und unterphosphorichtsaurem Kalk. Es krystallisirt in regulären Octaëdern und enthält acht Atome Krystallwasser. Die Salze von Thonerde und Beryllerde krystallisiren nicht, sondern bilden gummiartige Massen mit glasichtem Bruch.

e. Boraxsaure Salze. (*Borates.*)

Sie sind feuerfest, verglasen vor dem Löthrohr und verbinden sich beim Schmelzen mit Metalloxyden, woraus in vielen Fällen gefärbte Gläser entstehen.

Nur die drei alkalischen Borate sind im Wasser leicht auflöslich, die übrigen aber lösen sich in demselben nur wenig auf.

Alle werden durch die mineralischen Säuren zersetzt, wobei sich die Boraxsäure, wenn das Salz aufgelöst war, in glänzenden Schuppen absetzt. Ist das boraxsaure Salz unauflöslich im Wasser, so darf man es nur in Pulverform mit concentrirter Schwefelsäure vermengen, und etwas Weingeist darüber abbrennen; die grüne Flamme des letzteren zeigt dabei die Gegenwart der Boraxsäure an.

Wenn die Boraxsäure in geringer Quantität mit Erden oder mit Metalloxyden verbunden ist, so kann man sie auch nach einer von Turner beschriebenen Methode entdecken, welche darin besteht, dafs man sich einen Flufs von 1 Theil Flufsspath und 4½ Theil saurem schwefelsaurem Kali macht, diesen innig mit gleichen Theilen des feingeriebenen Minerals mengt und mit Wasser zu einem Brei vereinigt, den man auf einem Platindraht der Löthrohrflamme aussetzt, und zwar etwas in die Spitze der inneren blauen Flamme, d. h. dem Dochte näher als die Spitze der blauen Flamme. Wenn die Masse zu schmelzen anfängt, erscheint augenblicklich eine rein grüne Farbe rund um die Flamme, wenn Boronsäure zugegen war; die grüne Flamme verschwindet aber sogleich und kommt nicht wieder, und mufs daher im Augenblick des Schmelzens wahrgenommen werden. Auf diese Art hat Turner Boronsäure in folgenden Mineralien, worin man sie früher nicht gefunden hatte, entdeckt: Bimstein und Obsidian von den liparischen Inseln, Pechstein von Arran und Meifsen, Grünstein von Salisbury-Craig, Basalt von Arthur's Seat, Amphibol von Arendal, Granat von Grönland, Epidot aus Norwegen; ferner in Feldspath, Amphigen, Idocras und Zoisit, in einem Kolophonit von Arendal, in andern nicht, im brasilianischen Topas.

Man findet vier boraxsaure Salze in der Natur, nämlich: das boraxsaure Natron, so wie die Verbindungen der Boronsäure mit Ammonium, Kalk und Magnesia.

Borax. Basisches boraxsaures Natron. (*Chrysocolla-Sous Borate de Soude.*)

Der Borax kommt aus Asien und vorzüglich aus Persien, China und Thibet, wo er aus Seen, welche im Sommer austrocknen, gegraben werden soll.

Der rohe Borax (*Tinkal*) wird in Europa raffinirt, was sonst ausschliefslich in Venedig geschah; jetzt wird er aber auch in Holland, England und Frankreich gereinigt.

Zu dem Ende wird er mit Kalkwasser aufgekocht, um ihm die fettige Substanz, welche er stets enthält, zu entziehen, und alsdann umkrystallisirt.

Der Borax hat einen süfsen Laugengeschmack, ist alkalisch; löst sich in 12 Theil kaltem und in zwei Theilen kochendem Wasser auf. Ist etwas durchsichtig und krystallisirt in doppelt sechsseitigen Pyramiden, welche beim Reiben phosphoresciren und an der Luft langsam verwittern.

Er schmilzt bei mäfsiger Hitze in seinem Krystallwasser, bläht sich alsdann zu einer voluminösen schwammigen Masse auf, und verwandelt sich zuletzt in ein klares Glas, welches an der Luft Wasser anzieht und wieder undurchsichtig wird.

Seit einiger Zeit hat man angefangen, diefs Salz in Frankreich fabrikmäfsig zu bereiten, indem man die Boraxsäure aus den italienischen Seen mit Natron übersättigt.

Payen hat gezeigt, dafs der Borax, wenn er aus einer warmen Auflösung anschiefst, eine andere Krystallform, als die gewöhnliche, annimmt, und auch eine andere Portion Krystallwasser enthält. Seine Krystallform gehört dann zu dem regulären System und ist octaëdrisch, und sein Wassergehalt beträgt 30 Procent, was fünf Atome ausmacht.

Der Borax besteht aus:

Natron	1	Atom	31,3	16,54
Boraxsäure	1	—	68	35,92
Wasser	10	—	90	47,54
			189,3	100

Anwendung. Die Goldarbeiter brauchen ihn zum Löthen der Metalle, als Flufsmittel. Zur Bereitung des *Cremor Tartari solubilis*. Als Medicament. Der calcinirte Borax zu Löthrohrversuchen, wo durch die Farbe des Glases das Metall in vielen Fällen angedeutet werden kann. Zur Extraction der Boraxsäure. Als Flufsmittel zu Glasflüssen, zum Glasiren des feineren Töpfergeschirres.

Wird die Boraxauflösung mit Natron gesättigt, so entsteht ein neutrales Salz, welches schwer krystallisirt, aber in Wasser viel auflöslicher ist, als der Borax selbst.

Das boraxsaure Kali wird auf directem Wege durch Sättigung des Kali's mit Boraxsäure erhalten. Krystallisirt in regelmäfsig sechsseitigen Säulen von schwach alkalischem Geschmack. Es bläht im Feuer auf und schmelzt zu einem durchsichtigen Glase. Ist auflöslicher im Wasser als der Borax. Ein Zusatz von diesem Salze macht den Weinstein sehr auflöslich.

Das basische boraxsaure Ammonium krystallisirt in durchsichtigen Prismen, welche an der Luft unveränderlich sind, alkalisch reagiren und sich in 8 Theilen Wasser auflösen. Das neutrale Salz krystallisirt in undurchsichtigen rhombischen Octaëdern, welche an der Luft verwittern und sich in 12 Theilen Wasser auflösen.

Mascagni fand das boraxsaure Ammonium in den Wassern der Lagoni von Velterano und in der Gegend von Siena.

Den Weinstein macht es ebenfalls sehr auflöslich.

Der boraxsaure Baryt kann durch das Vermengen einer Auflösung von Boraxsäure mit Barytwasser, oder durch die doppelte Wahlverwandtschaft des salzsauren Baryts mit boraxsaurem Natron erhalten werden. Das Salz ist ein weifses in Wasser etwas auflösliches Pulver. Wenn

man daher Barytwasser in eine mit vielem Wasser verdünnte Boraxsäure bringt, so entsteht kein Niederschlag.

Der boraxsaure Strontian und der boraxsaure Kalk sind weiſse im Wasser auflösliche Pulver. Letztere Verbindung findet sich in der Natur unter dem Namen Datholit.

Die boronsaure Magnesia ist ebenfalls ein weiſses krystallinisches im Wasser unauflösliches Pulver, welches beim Glühen zu einem durchsichtigen Glase schmelzt. Der kochende Weingeist entzieht dem Pulver etwas Boraxsäure, und es bleibt ein basisches Salz zurück. Die Verbindung kommt als basisches Salz in der Natur unter dem Namen Boracit vor, und zwar in Gyps eingewachsen bei Lüneburg und Segeberg in Holstein. Der Boracit wird angetroffen in sehr harten theils durchsichtigen, theils undurchsichtigen Würfeln, welche durch Erwärmen elektrisch werden und bei der Hitze verknistern.

Der Boracit besteht nach Stromeyer aus:

Magnesia	1½ Atom		30	30,61
Boraxsäure	1	—	68	69,39
			98	100

Die boraxsaure Thonerde wird aus einer heiſsen Alaunauflösung durch Borax als weiſse perlmutterartige glänzende Schuppen niedergeschlagen, welche in Wasser sehr wenig auflöslich sind. Das saure Salz ist auflöslich und zerflieſst an der Luft. Beim Glühen schmilzt es zu Glas.

Mit Kieselerde schmilzt die Boraxsäure ebenfalls zu Glas.

Die boraxsaure Zirconerde und die boraxsaure Yttererde sind im Wasser unauflösliche Verbindungen.

f. Kohlensaure Salze. (*Carbonates.*)

Sie werden von den mehrsten Säuren unter heftigem Aufbrausen und Entwickelung von kohlensaurem Gas zersetzt, ebenso durch die Glühhitze wenn man sie derselben für sich oder mit Kohlenpulver vermengt, aussetzt; im letzteren Fall geben sie auch eine groſse Menge Kohlenoxydgas.

Die kohlensauren Verbindungen mit Baryt, Kali und Natronwerden nur dann erst durchs Glühen zersetzt und ihrer Kohlensäure gänzlich beraubt, wenn man Wasserdämpfe hineinströmen läſst, wo sich die Basen in Hydrate verwandeln.

In den **basischen** kohlensauren Salzen enthält die Säure zweimal, in den **neutralen** oder **Bicarbonaten** viermal so viel Sauerstoff als die Basis.

Mit Phosphor in Berührung werden sie in der Glühhitze **schwarz**, indem ihre Säure zersetzt und die Kohle frei wird. Der Versuch wird in einer kleinen Glasröhre, auf deren Boden sich ein Stück Phosphor befindet, gemacht; der übrige Theil der Röhre wird mit trocknem kohlensaurem Natron angefüllt. Wenn das Salz bis zum Glühen erhitzt ist, wird der Phosphor erwärmt und durch das Salz getrieben, wo er sich nun mit dem Sauerstoff der Kohlensäure zu Phosphorsäure verbindet und die Kohle abscheidet. Die gebildete schwarze Masse besteht aus Kohlenpulver und phosphorsaurem Natron (*Tennant.*) Nur die Carbonate mit alkalischer Basis sind im Wasser auflöslich, alle übrigen sind fast unauflöslich, lösen sich aber in einem Ueberschuſs ihrer eigenen Säure mehr oder weniger leicht auf.

Die beiden auflöslichen fixen Carbonate von Kali und Natron zersetzen alle unauflöslichen Salze. Wenn daher ein Theil feiner Shwerspath und 4 Theile kohlensaures Kali mit 40 Theilen Wasser eine Stunde lang gekocht werden, so bildet sich kohlensaurer Baryt und schwefelsaures Kali.

1) Kohlensaures Kali (basisches). (*Souscarbonate de potasse.*)

Befindet sich mit andern Salzen und Erden vermengt in der Pottasche.

Wird am reinsten erhalten durch Glühen des Weinsteins in einem eisernen Tiegel, worauf der Rückstand mit Wasser ausgelaugt und die filtrirte Flüssigkeit in einem silbernen Kessel bis zur Trockne abgeraucht wird. Ein Gemeng aus Weinstein und Salpeter, was man nach und nach in einen glühenden eisernen Tiegel wirft, gibt zwar auch

kohlensaures Kali, es enthält aber oft Spuren von salpetriger Säure und von Blausäure. Die an der Luft zerflossene Masse dieses Rückstandes ist der *Liquor nitri fixi*.

Das kohlensaure Kali ist eine weiſse feste Masse von alkalischem aber nicht ätzendem Geschmack. Das in seinem Gewicht Wasser auflösliche Salz zerflieſst gänzlich an der feuchten Luft, und die Flüssigkeit ist das sogenannte *Oleum tartari per deliquium* unsrer Vorfahren.

Die concentrirte Auflösung des kohlensauren Kali's kocht nach Faraday bei 140° C.

Das Salz schmilzt bei einer starken Rothglühhitze ohne die Säure fahren zu lassen.

In Weingeist ist es nicht auflöslich und macht dadurch von den übrigen zerflieſslichen Salzen eine Ausnahme.

Salze in gewisser Proportion vermengt, schmelzen viel leichter als jedes derselben einzeln genommen. Ein Gemeng z. B. von 5 Theilen kohlensaurem Kali und 4 Theilen kohlensaurem Natron kann in kleinen Mengen über der Weingeistlampe geschmolzen werden. Setzt man Sand hinzu, so entsteht ein lebhaftes Aufbrausen von kohlensaurem Gas. Dieſs Gemeng von kohlensaurem Kali und Natron ist sehr geeignet, den Quarz und andere kieselhaltige Mineralien schnell aufzuschlieſsen. (Mitscherlich.)

Das basische kohlensaure Kali kann, obgleich nicht ohne Schwierigkeit, aus einer concentrirten Auflösung krystallisiren, und zwar schieſst es in undurchsichtigen rhombischen Octaëdern an. Die Krystalle zerflieſsen schnell an der Luft und enthalten 20 pCt. Krystallwasser.

Wenn das Salz ganz rein ist, so müssen sich die durch salpetersaures Silber und durch salzsauren Baryt entstandenen Niederschläge in Salpetersäure vollkommen wieder auflösen, indem sie nichts Anderes als reines kohlensaures Silber und kohlensaurer Baryt sind. Von dem aus der Holzasche gezogenen kohlensaurem Kali ist schon bei Gelegenheit der Pottasche die Rede gewesen.

Das wasserfreie basische kohlensaure Kali, auch mildes Laugensalz, *Sal alcali vegetabile* genannt, besteht aus:

Kali	1	Atom	47,2	68,2
Kohlensäure	1	—	22	31,8
			69,2	100

Anwendung. Das chemisch reine Salz wird nur als Reagens und als Auflösungsmittel der Mineralien angewendet, aber das unreine, nämlich die im Handel vorkommende Pottasche ist unentbehrlich in der Fabrication des Salpeters, des Glases, der grünen und weichen Seife, des Berliner Blau's, zum Beuchen und Bleichen der Leinwand und der Baumwolle etc.

Neutrales kohlensaures Kali. (*Carbonate de potasse.*)

Es wird erhalten, wenn man in eine concentrirte Auflösung von basischem kohlensaurem Kali einen Strom von kohlensaurem Gase streichen läſst, oder wenn man die obige Flüssigkeit in flachen Gefäſsen an einen Ort stellt, wo Maische zum Branntwein oder Most in Gährung sind.

Das Salz krystallisirt in rhombischen Octaëdern, welche nicht an der Luft zerflieſsen, wohl aber schwach verwittern. Das Salz löst sich in 4 Theilen kaltem Wasser auf und wird durch kochendes Wasser unter Entwickelung von Kohlensäure zum Theil zersetzt. Durch das Aufkochen der Auflösung verliert es ein halbes Atom seiner Kohlensäure und wird dadurch in ein eigenthümliches Salz verwandelt, welches 1½ Kohlensäure enthält. Die Auflösung kann deſshalb nur durch gelindes und freiwilliges Abdampfen concentrirt werden. Man kann auch dieſs anderthalb kohlensaure Kali darstellen, wenn man eine erwärmte Auflösung von 100 Theilen basischem kohlensaurem Kali mit 131 Theilen feingeriebenem neutralem kohlensaurem Kali versetzt und die Flüssigkeit erkalten läſst.

Die schwefelsaure Magnesia wird von neutralem kohlensaurem Kali nicht getrübt.

Man kann die Reinheit des Salzes daran erkennen, daſs es mit der Sublimatauflösung einen weiſsen Niederschlag gibt; enthält es aber noch basisches kohlensaures Kali, so wird der Sublimat davon gelb niedergeschlagen.

Es ist nur noch sehr wenig alkalisch. Wird als Arzneimittel und als Reagens angewendet. Die Krystalle des neutralen kohlensauren Kali's enthalten:

Kali	1	Atom	47,2	47,1
Kohlensäure	2	—	44	43,9
Wasser	1	—	9	9
			100,2	100

2) Kohlensaures Natron (basisches). (*Souscarbonate de Soude.*)

Man erhält es aus der spanischen und künstlichen Soda, welche letztere im Groſsen bereitet wird, wenn man ein Gemeng von 180 Theilen trocknen Glaubersalzes mit eben so viel Kreidepulver und 110 Theilen Kohle in einem Ofen anhaltend glüht. Hiebei zersetzt die Kohle die Schwefelsäure, der Schwefel verbindet sich mit dem Calcium, welche Verbindung im Wasser viel unauflöslicher ist als das durch die Operation gebildete kohlensaure Natron.

Wenn man nach Kölreuter 1 Theil kohlensauren Baryt mit 2 Theilen krystallisirtem Glaubersalz, welches in so wenig als möglich Wasser aufgelöst ist, schüttelt, und bei gewöhnlicher Temperatur der Luft aussetzt, so bildet sich schwefelsaurer Baryt und reines kohlensaures Natron.

Das basische kohlensaure Natron krystallisirt in Dodecaëdern, verwittert schnell an der Luft, löst sich in 2 Theilen kaltem und in 1 Theil kochendem Wasser auf. Wittert mit dem Glaubersalz aus den Backsteinen der neuen Gebäude und existirt in einigen Mineralquellen. Berthier hat gefunden, daſs sich 4 Atome kohlensaures Natron mit 1 Atom kohlensaurem Kalk und mit 1 Atom kohlensaurer Magnesia zusammenschmelzen lassen, woraus eine krystallinische Masse entsteht. Auch schmelzt das kohlensaure Natron mit kohlensaurem Baryt und Strontian zu Doppelsalzen zusammen.

Das basische kohlensaure Natron enthält:

Natron	1	Atom	31,3	21,7
Kohlensäure	1	—	22	15,3
Wasser	10	—	90	63
			143,3	100

Anwendung zur harten feinen Seife, zum Flintglas. In der Färberei etc.

Es kommt in der Natur, namentlich bei Mexico und bei Fessau ein kohlensaures Natron vor, welches 1½ Atom Kohlensäure enthält und unter dem Namen Urao- oder Trona-Salz bekannt ist. Nach Phillips und Döbereiner kann diefs Salz auch künstlich dargestellt werden, indem man dem neutralen kohlensauren Natron durch Erwärmen ein halbes Atom Kohlensäure entzieht. Es verwittert nicht und ist schwerer auflöslich im Wasser als das basische Salz.

Es besteht aus:

Natron	1	Atom	31,3	38,0
Kohlensäure	1½	—	33	43,1
Wasser	2	—	18	21,9
			82,3	100

Neutrales kohlensaures Natron. *Carbonate de Soude.*

Man löst 1 Theil basisches kohlensaures Natron in 2 bis 3 Theilen Wasser auf und sättigt die kalte Auflösung durch einen Strom von kohlensaurem Gas, wie bei dem neutralen kohlensauren Kali angegeben wurde.

Das Salz krystallisirt in kleinen geschobenen vierseitigen Tafeln, löst sich in 13 Theilen kaltem Wasser auf und wird durch kochendes Wasser zersetzt. Ist fast unveränderlich an der Luft und nur schwach alkalisch. Ohne Erwärmen werden die Magnesiasalze nicht davon getrübt.

Es besteht aus:

Natron	1	Atom	31,3	33,55
Kohlensäure	2	—	44	47,16
Wasser	2	—	18	19,29
			93,3	100

Anwendung. In neuerer Zeit ist es mit grofsem Erfolg innerlich gegen die Blasensteine aus Harnsäure angewendet worden, und überhaupt gegen schwache Verdauung etc.

3) Kohlensaures Lithion. (*Carbonate de lithion.*)

Das Lithionhydrat zieht aus der Luft Kohlensäure an und wird undurchsichtig. Das weifse Salz schmilzt in der Glühhitze zu einem Email. Das gepulverte nicht geschmolzene kohlensaure Lithion löst sich in 100 Theilen kaltem Wasser auf. In einem Wasser, welches freie Kohlensäure enthält, ist es noch auflöslicher. In 1000 Theilen Wasser augelöst, reagirt es noch alkalisch und ist in Weingeist unauflöslich. An Kalk und an Baryt tritt es seine Kohlensäure ab. In einigen Mineralwassern Böhmens kommen Spuren davon vor. (Berzelius.)

4) Basisch kohlensaures Ammonium. (*Sous carbonate d'ammoniaque.*)

Das Salz bildet sich beim Erhitzen und während der Fäulnifs animalischer Stoffe.

Es wird durch trockne Destillation eines Gemengs von kohlensaurer Kalkerde und Salmiak erhalten.

In den Fabriken wird das Salz auf folgende Weise bereitet: Man bringt ein feingepulvertes Gemeng aus 1 Theil trocknem Salmiak und aus 1½ Theilen reinem ebenfalls trocknem kohlensaurem Kalk in eine irdene Retorte, welche damit zu drei Viertheilen ihres Raums angefüllt wird. Die mit einer Vorlage versehene Retorte wird in einen Ofen gelegt und allmählich erwärmt, wo die beiden Salze sich nun gegenseitig zersetzen, was ohne Temperaturerhöhung nicht geschieht. Es bildet sich basisches kohlensaures Ammonium, welches die Vorlage mit weifsen Dämpfen anfüllt und anfangs in Nadeln krystallisirt, bald darauf setzt es sich in mehr oder weniger dichten Schichten an. Die Verdichtung der Dämpfe wird dadurch erleichtert, dafs man die

Vorlage durch laufendes Wasser abkühlt. Die Operation ist vollendet, wenn sich beim Glühen der Retorte keine Dämpfe mehr entwickeln. Wenn die Gefäſse erkaltet sind, wird die Vorlage zerschlagen und das darin abgesetzte Salz in gut verschlossenen Gefäſsen aufbewahrt. Es ist vollkommen weiſs, wenn die dazu angewendeten Ingredienzien rein waren. Aus 100 Theilen Salmiak erhält man höchstens 80 Theile kohlensaures Ammonium. Der geschmolzene, in der Retorte gebliebene Rückstand ist salzsaurer Kalk, welcher zur Bereitung der Weinsteinsäure und zu andern Zwecken verwendet werden kann.

Das basische kohlensaure Ammonium ist in 2 Theilen kaltem Wasser auflöslich; es muſs sich, ohne Rückstand zu lassen, auf einem heiſsen Blech verflüchtigen.

Das Salz krystallisirt in rhombischen Octaëdern, kommt aber gewöhnlich in weiſsen Massen vor, welche einen zuckerartigen Bruch und einen starken Ammoniakgeruch haben. Es wird auch gebildet, wenn man trocknes Ammoniakgas mit kohlensaurem Gas zusammentreten läſst, sind die Gasarten aber feucht, so bildet sich das von Phillips angegebene Salz, welches ein halbes Atom Kohlensäure mehr enthält, und nach Phillips sind auch in dem im Handel vorkommenden basischen kohlensauren Ammonium, welches aus Salmiak und kohlensaurem Kalk fabrikmäſsig bereitet wird, oft schon 1½ Kohlensäure gebunden enthalten.

Das basische kohlensaure Ammonium besteht aus:

Ammonium	1	Atom	17	35,42
Kohlensäure	1	—	22	45,83
Wasser	1	—	9	18,75
			48	100

Anwendung. Als Reagens. Beim Arzneigebrauch als heftiges Reizmittel; in kleinen Flaschen zum Riechen bekannt unter dem Namen englisches Riechsalz.

Neutrales kohlensaures Ammonium.

Wird erhalten, wenn man eine gesättigte Auflösung des basischen kohlensauren Ammoniums mit kohlensaurem Gas sät-

sättigt. Krystallisirt in kleinen unregelmäfsigen sechsseitigen Säulen, welche sich in 8 Theilen kaltem Wasser auflösen. Es ist fast geruchlos und macht den Veilchensaft nur schwach grün. Durch warmes Wasser verliert es einen Theil seiner Kohlensäure. Es kann auch gebildet werden, wenn man basisches kohlensaures Ammonium in unvollkommen verschlossenen Gefäfsen einige Zeit lang aufbewahrt, wobei sich die Hälfte des Ammoniums nach und nach verflüchtigt.

Es besteht aus:

Ammonium	1	Atom	17	21,5
Kohlensäure	2	—	44	55,7
Wasser	2	—	18	22,8
			79	100

Zu bemerken ist, dafs die hier als basisch bezeichneten kohlensauren Salze von einigen Chemikern neutrale, und dafs die als neutral angegebenen zuweilen saure Salze genannt werden.

5) Basischer kohlensaurer Kalk. (*Sous carbonate de chaux.*)

Das Salz wird in grofser Menge in der Natur angetroffen, als Kalkspath, Marmor, Kalkstein, Tropfstein, Kreide, auch in den Muschelschalen, Eierschalen etc. theils krystallisirt, theils in Massen. *) Die vorkommenden Krystallformen sind sehr verschieden. Auch wird es in der Pflanzenasche und in den Harnconcrementen grasfressender Thiere angetroffen.

Wenn man es künstlich bereitet, indem man ein im Wasser aufgelöstes Kalksalz durch kohlensaures Kali zersetzt, so stellt es sich immer als ein weifses Pulver dar.

Obgleich der kohlensaure Kalk in der Natur in einer so grofsen Menge von verschiedenen Krystallformen vor-

*) Wird auch in der Natur mit kohlensaurem Baryt oder mit kohlensaurem Strontian verbunden angetroffen; erstere als Baryt-Calcit, und letztere unter dem Namen Arragonit. Man hat diese Doppelsalze bisher nicht künstlich darstellen können.

kommt, so ist es doch mit Schwierigkeiten verbunden, ihn auf künstlichem Wege krystallisirt darzustellen.

Zoëga hat eine Methode angegeben, um diefs zu bewerkstelligen, welche darin besteht, dafs man in ein grofses mit Kalkwasser gefülltes Gefäfs einen kleinen mit Kalkhydrat gefüllten leinenen Beutel hängt und dann noch etwas kaustisches Kali hinzusetzt. Nach einiger Zeit findet man auf dem Boden des an der Luft stehenden Gefäfses kleine klare Kalkspathkrystalle, welche allmählich an Gröfse zunehmen.

Auch kohlensaure Baryt- und Strontianerde sollen auf diese Weise krystallisirt erhalten werden können.

Das Salz ist ohne Geschmack und nur sehr wenig auflöslich in gewöhnlichem Wasser. Das etwas Kohlensäure enthaltende Wasser löst aber eine gröfsere Menge des kohlensauren Kalks auf.

Beim Glühen an der Luft verliert es alle Kohlensäure und es bleibt reiner Kalk zurück. Wird es aber in einem Tiegel fest eingestampft oder stark comprimirt, so verliert es beim heftigsten Glühen nur sehr wenig Kohlensäure und schmilzt theilweise zu einer harten feinkörnigen Glas ritzenden Masse; eine Beobachtung, welche vom Chevalier Hall gemacht und von Buchholz bestätigt wurde.

Der kohlensaure Kalk besteht aus:

Kalk	1	Atom	28,5	56,43
Kohlensäure	1	—	22	43,57
			50,5	100

Anwendung. Zur Darstellung des Kalks und der Kohlensäure; als Baumaterial. Der Marmor in der Baukunst zu Säulen und Statuen. Im Zustand des Alabasters zu durchscheinenden Vasen etc.

Der neutrale kohlensaure Kalk ist bisher im festen Zustande noch nicht dargestellt worden. Er findet sich im säuerlichen Mineralwasser aufgelöst, und auch in einem Wasser, wovon die Lakmustinctur nicht geröthet wird. Durch Aufkochen des nicht sauren Wassers entwickelt sich kohlensaures Gas und es fällt basischer kohlensaurer Kalk nieder.

6) Kohlensaurer Baryt. (*Carbonate de Baryte.*)

Kommt in der Natur unter dem Namen Witherit vor. Künstlich wird er durch die Zersetzung des salzsauren Baryts mit kohlensaurem Ammonium dargestellt.

Ist ein weifses im Wasser fast unauflösliches Pulver ohne Geschmack und giftig.

Beim Glühen verliert er die Säure nur dann, wenn man Wasserdämpfe hineinstreichen läfst.

Der in der Natur vorkommende kohlensaure Baryt löst sich in Salpetersäure nicht auf. In einem Wasser, welches kohlensaures Gas enthält, löst sich frisch niedergeschlagener kohlensaurer Baryt etwas auf.

Der kohlensaure Baryt enthält:

Baryt	1	Atom	76,6	77,7
Kohlensäure	1	—	22	22,3
			98,6	100

Anwendung. Zur Analyse kalihaltiger Mineralien.

7) Kohlensaurer Strontian. (*Carbonate de Strontiane.*)

Findet sich in der Natur zu Leadhills in Schottland unter dem Namen Strontianit. Wird künstlich aus den Strontiansalzen, wie der kohlensaure Baryt, dargestellt. Verliert beim Glühen die Kohlensäure nicht; löst sich im gewöhnlichen Wasser sehr wenig, aber in einem Kohlensäure haltigen Wasser etwas mehr auf, aus welcher Auflösung er beim langsamen Abdampfen in neutralen Nadeln krystallisirt.

Er besteht aus:

Strontian	1	Atom	52	70,3
Kohlensäure	1	—	22	29,7
			74	100

8) Kohlensaure Magnesia.

Kommt in der Natur im Magnesit vor. Künstlich wird die Verbindung dargestellt, wenn man Bittererde in kohlensaurem Wasser auflöst und an der Luft stehen läfst,

oder wenn man ein Gemeng von schwefelsaurer Magnesia mit neutralem kohlensaurem Natron langsam verdampft. Es bilden sich nach und nach in den beiden Flüssigkeiten kleine durchsichtige Krystalle, welche sich in 48 Theilen kaltem Wasser auflösen und an der Luft verwittern.

Die kohlensaure Bitterde, welche als Arzneimittel unter dem Namen von Magnesia alba bekannt ist, wird bereitet, indem man eine Auflösung von schwefelsaurer Magnesia mit basischem kohlensaurem Kali kocht und den Niederschlag mit vielem Wasser auswäscht.

Diese Magnesia alba ist eine Verbindung aus 3 Atomen neutraler kohlensaurer Magnesia und aus 1 Atom Magnesia-Hydrat. Sie wird fabrikmäfsig von grofser Reinheit und Leichtigkeit vorzüglich in England bereitet.

Um ihr die Leichtigkeit zu ertheilen, läfst man die noch sehr feuchten und wasserhaltigen Stücke frieren, wo durch die Bildung des Eises eine beträchtliche Ausdehnung entsteht. Alsdann werden die Stücke langsam getrocknet, wobei sie ihr Volumen behalten.

Sie enthält:

Magnesia	43,2
Kohlensäure	36,4
Wasser	20,4
	100

Das Kali, Natron und Ammonium können sich mit der kohlensauren Magnesia zu Doppelsalzen verbinden.

Nach Mosander verbindet sich die kohlensaure Magnesia mit kohlensaurem Natron zu einem in Wasser schwer auflöslichen Salz, welches sich nicht auswaschen läfst, indem es sich in vielem Wasser auflöst.

Wenn man daher bei Mineral-Analysen Magnesia mit kohlensaurem Natron oder dieselbe aus einer natronhaltigen Auflösung mit kohlensaurem Kali fällt, so erhält man immer diese Verbindung mit der Magnesia vermischt. Man darf sich defshalb bei der Analyse magnesiahaltiger Fossilien nicht des kohlensauren Natrons bedienen. Diese Verbindung wird zwar im Glühen zersetzt, indem die Magnesia ihre Kohlensäure verliert, worauf das Natron mit Wasser ausgezogen

werden kann. Es ist daher bei allen Analysen, wo man nicht völlig sicher ist, kein Natron eingemischt zu haben, nach dem Glühen der Magnesia nothwendig, sie mit Wasser auszuziehen und dieses abzudampfen, um zu sehen, ob es Natron ausgezogen hat.

Die kohlensaure Magnesia wird auch häufig mit kohlensaurem Kalk in der Natur als ein Doppelsalz unter dem Namen von Bitterspath oder Dolomit angetroffen.

Das kohlensaure Magnesiahydrat wird vorzüglich als Arzneimittel angewendet.

Die kohlensaure Zirconerde wird erhalten, wenn man ein auflösliches Zirconsalz durch kohlensaures Kali fällt. Ist ein weisses unauflösliches Pulver, welches sein Wasser und seine Kohlensäure bei einer geringen Hitze verliert.

Die kohlensaure Beryllerde fällt nieder, wenn man die ammoniacalische Auflösung derselben erhitzt. Sie stellt sich in weissen fettig anzufühlenden Flocken dar, welche in der Hitze ihre Kohlensäure leicht verlieren und sich nicht merklich in kohlensaurem Wasser auflösen, in kohlensauren Alkalien aber leicht auflöslich sind.

Die kohlensaure Yttererde ist ebenfalls ein weisses unauflöslich Pulver, welches aus einem auflöslichen Salze von Ytterde durch kohlensaure Alkalien erhalten wird.

g. Flussaure Salze. (*Fluates.*)

Mehrere flussaure Salze kommen in der Natur vor, vorzüglich der flussaure Kalk, bekannt unter dem Namen von Flusspath, welcher in grosser Menge angetroffen wird. Alle übrigen Verbindungen der Flussäure mit Basen als: mit Thonerde, Natron, Cerium und Yttererde, bekannt unter dem Namen von Kryolit, Topase etc. sind nur selten.

Der Hauptcharakter der Fluate und namentlich des Flusspaths ist, dass, wenn man ihn mit concentrirter Schwefelsäure vermengt, sich stechende weisse Dämpfe ohne Aufbrausen entwickeln, welche das Glas angreifen und es undurchsichtig machen.

Sind die flufssauren Salze in Wasser aufgelöst, so vermengt man sie mit Schwefelsäure, übergiefst mit der Flüssigkeit eine mit Wachs überzogene Glasscheibe, worauf einige Stellen entblöfst sind, wodurch die entblöfsten Stellen nach und nach angegriffen und zum Theil undurchsichtig werden.

Die flufssauren Salze, welche ein Alkali zur Basis haben, sind mehr oder weniger auflöslich in Wasser, die übrigen sind es nicht oder nur sehr wenig.

1) Flufssaurer Kalk. (*Fluate de chaux.*)

Das Salz kommt sehr häufig in der Natur als Flufsspath vor, theils in Octaëdern, theils in Würfeln krystallisirt, auch in derben Massen, so wie in den Knochen der Thiere, vorzüglich im Email der Zähne. Es ist phosphorescirend im Dunkeln, wenn man es auf ein heifses Eisenblech legt. Der Chlorophan aus Sibirien erlangt auch durch die Sonnenstrahlen die Eigenschaft, mit einem grünen Lichte zu leuchten.

Um das Salz künstlich darzustellen, vermengt man salzsauren Kalk mit flufssaurem Kali; es bildet sich eine durchscheinende Gallerte, welche sich schwer waschen läfst; mit kohlensaurem Kalk und Flufssäure erhält man indefs ein körniges Pulver, was im Wasser nicht auflöslich ist.

Der flufssaure Kalk löst sich in Salzsäure und in Salpetersäure auf, wird aber zum Theil davon zersetzt. Eben so wird er durch Glühen mit kohlensaurem Kali und Natron zerlegt.

Wird ein Theil Flufsspath mit 1¾ Theilen Gyps in einem Platintiegel geglüht, so schmilzt das Gemeng zu einer durchsichtigen Flüssigkeit, welche nach dem Erkalten zu einem Email erstarrt. Man kann daher, um den Gyps zu erkennen, ihn mit Flufsspath vermengen und am Löthrohr schmelzen. Ebenso dient umgekehrt ein Zusatz von Gyps zur Erkennung des Flufsspaths. Nach dem Schmelzen des Gemenges bläht es sich aber zu einem blumenkohlähnlichen

Auswüchse auf und wird endlich durch den Verlust von Schwefelsäure unschmelzbar.

Der flufssaure Kalk besteht aus:

Kalk	1	Atom	28,5	72,89
Flufssäure	1	—	10,6	27,11
			39,1	100

Anwendung. Zur Bereitung der Flufssäure und zur flufssauren Kieselerde vermittelst Schwefelsäure.

2) Flufssaure Kieselerde. Kieselflufssaures Gas. (*Gaz fluorique silicé.*)

Diefs Salz ist ein Gas, welches dargestellt wird, wenn man ein Gemeng aus Flufsspath und gepulvertem Glas mit concentrirter Schwefelsäure erwärmt. Das Gas wird über Quecksilber aufgefangen.

Es ist sauer, hat einen stechenden Geruch und greift das Glas an. Durch Wasser wird ein Theil Kieselerde davon in weifsen Flocken getrennt und die Flufssäure bleibt nun mit weniger Kieselerde verbunden als kieselhaltige Flufsspathsäure in Wasser aufgelöst.

Die saure flufssaure Kieselerde verbindet sich mit andern Basen zu Doppelsalzen, wie: mit Ammonium, Kali, Natron, Baryt, Strontian, Kalk etc.

Die Kieselflufssäure besteht aus:

Kieselerde	1	Atom	16	60,15
Flufssäure	1	—	10,6	39,85
			26,6	100

3) Flufssaures Kali. (*Fluate de potasse.*)

Die Verbindung der Flufssäure mit Kali krystallisirt in Würfeln, welche in Wasser sehr auflöslich sind, an der Luft zerfliefsen und alkalisch reagiren. Das Salz schmilzt beim Glühen und entwickelt durch concentrirte Schwefelsäure unter starkem Aufbrausen, Flufssäure.

Das saure flufssaure Kali wird erhalten, wenn man das obige mit mehr Flufssäure versetzt und in einer Platinschale abdampft, wo es in rechtwinkeligen vierseiti-

gen Tafeln krystallisirt. Es ist beim Erhitzen schmelzbar und in reinem Wasser leicht auflöslich.

Das flufssaure Boronkali entsteht durch directe Verbindung, indem Flufsboronsäure in ein neutrales Kalisalz gebracht wird. Es setzt sich als ein durchsichtiger gallertartiger Niederschlag ab, welcher beim Austrocknen seine Durchsichtigkeit verliert und in Pulver zerfällt. Es hat einen schwach bittern Geschmack und ist in kaltem Wasser nur wenig auflöslich, in kochendem Wasser löst es sich in gröſserer Menge auf und schieſst beim Abkühlen der Flüssigkeit in kleinen glänzenden Krystallen an, welche kein Krystallwasser enthalten. Beim Glühen entwickelt sich daraus fluorboronsaures Gas (Berzelius).

Das flufssaure Kieselkali wird erhalten, wenn man flufssaure Kieselerde in ein Kalisalz bringt. Es setzt sich ein gallertartiger Niederschlag zu Boden, welcher beim Austrocknen in feines Pulver zerfällt.

Ist in heiſsem Wasser nur wenig auflöslich und setzt sich aus der Flüssigkeit in kleinen Krystallen an, welche dem flufsboronsauren Kali sehr ähnlich sind.

4) Flufssaures Natron (*Neutrales. Fluate de soude.*)

Krystallisirt in Würfeln, und wenn es rein ist in Octaëdern, welche sich in 20,8 kaltem Wasser auflösen, in der Hitze verknistern und mit Schwierigkeit schmelzen; sich aber übrigens wie das flufssaure Kali verhalten. Das saure Salz schieſst aus der heiſsen Auflösung in regelmäſsigen rhomboëdrischen Krystallen an, welche kein Wasser enthalten.

Flufssaures Bornatron kann man sich verschaffen, wenn man zum flufssauren Natron Flufsboronsäure hinzusetzt. Es krystallisirt beim Abkühlen der Auflösung in rechtwinkeligen, an den Enden quer abgestumpften Prismen, welche kein Krystallwasser enthalten. Es schmeckt etwas bitter und röthet Lakmustinctur. Im Wasser ist es sehr auflöslich, und löst sich auch etwas in Weingeist auf.

Das flufssaure Kieselnatron wird wie das flufssaure Kali erhalten, dem es auch dem Ansehen nach

völlig gleicht, ist aber in Wasser leichter auflöslich als jenes. Aus der kochenden Auflösung schiefst es in kleinen glänzenden Krystallen an, welche kein Krystallwasser enthalten. (Berzelius.)

5) Flufssaures Ammonium.

Kann erhalten werden durch directe Verbindung der Flufssäure mit Ammoniakgas, oder nach Berzelius durch Erwärmen eines Gemengs von Salmiak und Fluornatrium in einem Platintiegel, wo sich das Salz an den mit Wasser kühl gehaltenen Platindeckel sublimirt. Das flufssaure Ammonium ist luftbeständig, in Wasser leicht auflöslich und schmilzt vor dem Sublimiren.

Das Glas wird von der Auflösung dieses Salzes mit grofser Heftigkeit angegriffen. Auch von dem trocknen Salze wird das Glas corrodirt, wefshalb man es auch durchaus nicht in Glasgefäfsen aufbewahren kann.

Das flufssaure Bor-Ammonium wird erhalten, wenn man zum flufssauren Ammonium etwas Boronsäure hinzusetzt, wobei sich, was sehr merkwürdig ist, Ammoniakgas entwickelt, indem hier die Boronsäure als eine stärkere Basis wirkt. Das Salz krystallisirt aus der Auflösung in sechsseitigen Prismen mit zweifacher Zuspitzung. Es röthet Lakmustinctur und ist in Wasser so wie in Weingeist leicht auflöslich. Es läfst sich unverändert sublimiren, wodurch es von einem Ueberschufs von Boraxsäure gereinigt werden kann. Das Glas wird von diesem Salze nicht angegriffen.

Das flufssaure Kiesel-Ammonium wird erhalten, wenn man flufssaures Kali oder Natron mit Salmiak vermengt und das Gemenge in einem Glaskolben sublimirt. Im Wasser ist es leicht auflöslich und schiefst aus der Auflösung bei freiwilligem Verdampfen in durchsichtigen sechsseitigen Prismen an. Durch Ammonium kann nicht alle Kieselerde daraus niedergeschlagen werden.

Der flufssaure Baryt wird dargestellt, wenn man noch feuchte kohlensaure Baryterde mit Flufssäure digerirt, wobei das Salz unter Entwicklung von Kohlensäure als ein

weifses Pulver zurückbleibt. In Wasser ist es nur wenig auflöslich; in einem Ueberschusse von Flufssäure löst es sich etwas mehr auf. Von der Salpetersäure und Salzsäure wird es aufgelöst. Der flufsboronsaure Baryt wird erhalten, wenn man kohlensauren Baryt in verdünnter Flufsboronsäure auflöst. Die abgedampfte Flüssigkeit setzt beim Abkühlen lange Nadeln ab, welche 10,34 pr. C. Wasser enthalten, in feuchter Luft zerfliefsen und bei + 40° verwittern. Im Wasser ist es leicht auflöslich; durch Weingeist wird es zersetzt, welcher daraus ein saures Salz aufnimmt.

Der flufssaure Kiesel-Baryt wird durch Vermengen von salzsaurem Baryt mit flufssaurer Kieselerde erhalten. Aus der Auflösung schlägt sich das Salz nach einiger Zeit in kleinen Krystallen, welche kein Krystallwasser haben, nieder. Im Wasser ist es nur sehr wenig auflöslich.

Zur Strontianerde verhält sich die Flufssäure im Allgemeinen wie zum Baryt.

Mit Ausnahme des Flufsspaths und der flufssauren Kieselerde ist bisher noch von keinem flufssauren Salze eine Anwendung gemacht worden.

h. Jodsaure Salze. (*Jodate. Jodates.*)

Fast alle Jodate sind unauflöslich oder nur wenig auflöslich im Wasser und ganz unauflöslich in Weingeist.

Beim Glühen werden sie zersetzt, wobei sich Sauerstoffgas entwickelt und Jod frei wird.

Einige derselben verpuffen schwach, wenn sie mit brennbaren Körpern erhitzt werden.

Die schwefelige Säure und die Hydrothionsäure bemächtigen sich des Sauerstoffs der Jodsäure, und das Jod wird frei, vom Chlor werden sie aber nicht zersetzt.

Die jodsauren Salze kommen nicht in der Natur vor, sondern sind sämmtlich Producte der Kunst.

1) Jodsaures Kali. (*Jodate de potasse.*)

Es wird bereitet, wenn man Jod mit einer Auflösung von kaustischem Kali schüttelt, wodurch das Wasser zersetzt wird, und ein sehr auflösliches hydriodsaures, so wie

ein schwer auflöslicheres jodsaures Kali entsteht. Letzteres schlägt sich gröfstentheils nieder; um aber die ganze Quantität zu erhalten, wird die Flüssigkeit bis zur Trockne abgeraucht und der Rückstand zu wiederholten Malen mit Weingeist von 0,82 specifisches Gewicht behandelt, welcher das gebildete hydriodsaure Kali auflöst. Man löst alsdann das zurückbleibende jodsaure Kali in Wasser auf, sättigt das überschüssige Kali mit Essigsäure, und wenn die Flüssigkeit wieder bis zur Trockne abgeraucht ist, wird das essigsaure Kali durch Weingeist aufgelöst, worauf das jodsaure Kali in kleinen körnigen Krystallen zurückbleibt.

Das Salz ist unveränderlich an der Luft, verpufft auf glühende Kohlen geworfen wie Salpeter, aber mit einer Purpurflamme, und löst sich in dreizehn Theilen kaltem Wasser auf.

2) Jodsaures Natron. (*Jodate de soude.*)

Wird bereitet aus einer Natronlauge und Jod, ebenso wie das jodsaure Kali. Das basische krystallisirt in seidenartigen Nadeln und reagirt alkalisch. Das Salz enthält viel Krystallwasser, ist luftbeständig und verpufft auf glühenden Kohlen.

Das neutrale krystallisirt in kubischen Körnern, ist luftbeständig, enthält kein Wasser und schmilzt in der Hitze. Ist in 14 Theilen kaltem Wasser auflöslich und detonirt, mit Schwefel vermengt, durch einen heftigen Schlag.

3. Jodsaures Ammonium. (*Jodate d'ammoniaque.*)

Wird durch unmittelbare Verbindung der Jodsäure mit Ammonium dargestellt, krystallisirt in schwer auflöslichen Körnern und verpufft heftig auf glühenden Kohlen mit violettem Rauch.

Der jodsaure Baryt bildet sich beim Digeriren von Jod mit Barytwasser und durch Zerlegung des jodsauren Kali's mittelst salpetersaurem Baryt. Ist fast unauflöslich in Wasser und verpufft auf glühenden Kohlen nur sehr schwach. Beim heftigen Glühen entwickelt sich Sauerstoffgas nebst Jod und es bleibt Baryt zurück.

Der jodsaure Strontian wird wie der jodsaure

Baryt dargestellt. Krystallisirt in kleinen Octaëdern, welche sich in vier Theilen kaltem Wasser auflösen.

Der jodsaure Kalk fällt als ein weifses Pulver nieder, wenn man jodsaures Kali mit einer Auflösung von salzsaurem Kalk vermengt; aus verdünnten Auflösungen krystallisirt er in vierseitigen Säulen.

Er verpufft lebhaft auf glühenden Kohlen und löst sich in fünf Theilen kaltem, oder in einem Theil heifsem Wasser auf.

Die jodsaure Magnesia ist als ein weifses in Wasser auflösliches Pulver bekannt und wurde noch nicht weiter untersucht.

Die Kenntnisse, welche wir von den jodsauren Salzen besitzen, verdanken wir den Versuchen von Gay-Lussac.

i. Selensaure Salze. (*Seleniates.*)

Alle Seleniate, mit Ausnahme der alkalischen, sind unauflöslich in Wasser. An der Löthrohrflamme verbreiten sie den eigenthümlichen Geruch des Seleniums.

Mit Kohle geglüht, entwickeln sich Kohlenoxydgas, kohlensaures Gas und Selendämpfe.

Die schwefelichte Säure mit den Seleniaten geschüttelt, reducirt daraus das Selen mit ziegelrother, und durch Kochen mit schwarzer Farbe.

Mit Salzsäure versetzt, geben sie mit Schwefelwasserstoffgas einen gelben Niederschlag, der bei gelinder Wärme getrocknet feuerroth wird.

Werden die trockenen Seleniate mit Salmiac vermengt und in einer Retorte erhitzt, so geht durch Ammonium reducirtes Selen über.

Bisher ist kein selensaures Salz in der Natur angetroffen worden, alle sind Producte der Kunst.

Das neutrale selensaure Kali krystallisirt durch langsames Abdampfen in kleinen Körnern, welche in Wasser sehr auflöslich sind und sich in Weingeist nicht auflösen. Beim Glühen schmelzt es zu einer gelblichen Flüssigkeit, welche nach dem Abkühlen wieder weifs wird.

Das saure Salz bildet federähnliche Krystalle, welche an der Luft feucht werden und sich in Weingeist etwas auf-

lösen. Durch Glühen wird die überschüssige Säure davon ausgetrieben.

Das **neutrale selensaure** Natron krystallisirt in kleinen an der Luft unveränderlichen Körnern, welche sich in Weingeist nicht auflösen, im Wasser aber sehr auflöslich sind.

Das neutrale selensaure Natron besteht aus:

Natron	1	Atom	— 31,3	— 35,9
Selensäure	1	„	— 56	— 64,1
			87,3	100.

Das **saure** selensaure Natron krystallisirt beim langsamen Erkalten aus der concentrirten Auflösung in sternförmigen Nadeln, welche an der Luft nicht verwittern, in der Hitze aber ihr Krystallwasser verlieren.

Es enthält:

Natron	1	Atom	— 31,3	— 21,9
Selensäure	2	„	— 112,0	— 78,1
			143,3	100

Das **selensaure** Ammonium wird bereitet, wenn man die Selensäure in flüssigem Ammonium auflöst, so dafs die Säure etwas vorwaltet und die Auflösung an einem etwas kühlem Orte stehen läfst. Das Salz schiefst in federartigen Krystallen oder in geschobenen vierseitigen Tafeln an, welche aus der Luft Feuchtigkeit anziehen. Durch Abdampfen der Flüssigkeit verflüchtigt sich etwas Ammonium und es bildet sich ein **saures** Salz.

Wird das Salz in einer Retorte erhitzt, so entweicht zuerst Ammonium und Wasser, alsdann reducirt der Wasserstoff des Ammoniums die Selensäure, wodurch sich Wasser bildet und Stickstoffgas frei wird; auf dem Boden der Retorte bleibt das reducirte Selenium geschmolzen zurück.

Die selensauren Erden wie die von Baryt, Strontian, Kalk, Magnesia sind sämmtlich in Wasser unauflösliche Pulver und können durch Zersetzung des selensauren Kali's vermittelst der ebengenannten erdigen Salze bereitet werden. Mit einem Ueberschufs von Säure verbunden, werden sie zu sauren Salzen, krystallisiren alsdann zum Theil und sind als saure Salze in Wasser auflöslich.

Der selensaure Baryt besteht aus:

Baryt	1	Atom	— 76,6	— 57,7
Selensäure	1	„	— 56	— 42,3
			132,6	100.

Alle bis jetzt bekannt gewordene selensauren Salze, so wie überhaupt alle Selen-Verbindungen sind von Berzelius untersucht worden.

k. Bromsaure Salze. (*Bromates.*)

Die bromsauren Salze sind von Balard in Montpellier, und vorzüglich von Löwig in Kreutznach dargestellt worden; sämmtliche Verbindungen sind Producte der Kunst.

Sie werden durch concentrirte Schwefelsäure unter heftigem Knistern in Brom und Sauerstoffgas zerlegt, wobei ein schwefelsaures Salz zurückbleibt. Eben so werden sie durch Salpetersäure, Phosphorsäure etc. zerlegt. Mit Salzsäure wird nur Brom ohne Sauerstoffgas entwickelt. Die Säure eines aufgelösten bromsauren Salzes wird durch schwefelichte und Hydrothionsäure reducirt, wodurch das Brom frei wird, welches nun durch Aether aufgelöst werden kann.

Bei der Glühhitze werden sie unter Entwicklung von Sauerstoffgas zerlegt, und es bleiben entweder Brommetalle oder Metalloxyde zurück, je nachdem das Metall mehr Affinität für den Sauerstoff als für das Brom hat. Mit brennbaren Körpern, als mit Schwefel, Kohle etc. detoniren sie durch Erhitzen oder durch den Stoſs eben so heftig als die chlorsauren Salze, indem der mit dem Brom nur schwach gebundene Sauerstoff mit den brennbaren Körpern innigere Verbindungen eingeht. Das Gemeng der brennbaren Körper mit einigen bromsauren Salzen entzündet sich auch durch concentrirte Schwefelsäure. Die in Wasser aufgelösten bromsauren Salze geben mit den Silber- und Quecksilberoxydul-Salzen weiſse Niederschläge; auch mit den Bleisalzen wird ein Niederschlag gebildet, welcher sich aber in einer groſsen Menge Wasser wieder auflöst.

1. Bromsaures Kali. (*Bromate de potasse.*)

Das Salz wird dargestellt, wenn man in einer concentrirten Kalilauge so lange Brom auflöst bis die Flüssigkeit eine röthliche Farbe annimmt. Es scheidet sich, vorzüglich im Winter, bromsaures Kali ab, welches man, um es zu reinigen, wieder in heifsem Wasser auflöst, und durch Abkühlen krystallisiren läfst. Man erhält kleine körnige Krystalle von kühlendem Geschmack, welche luftbeständig sind. In kaltem Wasser sind die Krystalle nur wenig auflöslich, aber das kochende Wasser löst sie in grofser Menge auf. Bei gelinder Wärme schmilzt das Salz, ohne zersetzt zu werden. Mit Schwefel oder mit andern brennbaren Körpern vermengt, verpufft es durch den Schlag auf dem Ambos, so wie auch nach Löwig durch den elektrischen Funken.

Das bromsaure Kali besteht aus:

Kali	1	Atom	47,2	28,90
Bromsäure	1	„	115,76	71,10
			162,96	100.

2) Bromsaures Natron. (*Bromate de soude.*)

Wird auf die nämliche Weise bereitet wie das bromsaure Kali. Krystallisirt in kleinen starkglänzenden Würfeln, welche kein Krystallwasser enthalten. Schmilzt vor dem Glühen, entwickelt bei einer höheren Temperatur Sauerstoffgas, wobei Bromnatrium zurückbleibt. Auf glühenden Kohlen verpufft es und explodirt mit brennbaren Körpern vermengt, durch den Schlag auf dem Ambos. In kaltem Wasser ist es nur wenig auflöslich.

3) Bromsaures Ammonium. (*Bromate d'ammoniaque.*)

Wird direct bereitet durch Sättigung der wässerigen Bromsäure mit Ammonium. Krystallisirt in feinen Nadeln oder Körnern, welche einen stechenden Geschmack haben. Das Salz kann auch dargestellt werden durch Zersetzung des bromsauren Baryts mit kohlensaurem Ammonium.

Das bromsaure Ammonium besteht aus:

Ammonium	1	Atom	— 17	— 12,80
Bromsäure	1	„	— 115,76	— 87,20.
			132;76	100.

4. Bromsaurer Baryt. (*Bromate de baryte.*)

Wird erhalten, wenn man Brom mit einer concentrirten Auflösung des Baryts in Wasser schüttelt, wobei sich hydrobromsaurer und bromsaurer Baryt bilden. Letzterer setzt sich gröfstentheils sogleich in Krystallen ab.

Die Krystalle sind nadelförmig, in kaltem Wasser nur wenig, in kochendem aber leicht auflöslich. Auf glühenden Kohlen schmelzen sie nach Balard zu einer grünen Masse.

5. Bromsaurer Kalk. (*Bromate de Chaux.*)

Wird durch directe Verbindung der Bromsäure mit Kalk erhalten. Krystallisirt leicht in grofsen Tafeln, welche Krystallwasser enthalten. Das Salz von einem bitteren scharfen Geschmack, verpufft lebhaft auf glühenden Kohlen.

6. Bromsaure Magnesia. (*Bromate de Magnesie.*)

Die bromsaure Magnesia wird durch directe Verbindung der Bromsäure mit Magnesia bereitet; ist ebenfalls ein auflösliches Salz, welches im Allgemeinen dem bromsauren Kalk gleich kommt.

Die übrigen bromsauren Salze sind noch nicht hinreichend bekannt.

B. Wasserstoffsaure Salze. *Haloidsalze.*

Sind die Verbindungen der wasserstoffhaltigen Säuren mit den Basen.

a. Hydrochlorate. Salzsaure Salze. (*Muriates.*)

Alle nicht metallischen Salze, welche die Chlorwasserstoffsäure bildet, sind mit Ausnahme einiger basischen Salze in Wasser und in nicht zu starkem Weingeist auflöslich. Die zerfliefslichen lösen sich auch in absolutem Alkohol auf.

Werden sie mit concentrirter Schwefelsäure übergossen,

sen, so entsteht unter Entwicklung von Salzsäure ein starkes Aufbrausen, was aber mit verdünnter Schwefelsäure nicht statt findet. Wenn man sie in Salpetersäure auflöst, so bildet sich Königswasser. Durch salpetersaures Silber und salpetersaures Quecksilberoxydul werden alle, wenn sie in Wasser aufgelöst sind, getrübt. Der dadurch entstandene weiſse Niederschlag löst sich in Salpetersäure nicht wieder auf. Nur folgende fünf Hydrochlorate werden in der Natur angetroffen: Salzsaures Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Ammonium, wovon das zweite häufig verbreitet und die andern seltener sind.

Werden die salzsauern Salze mit Manganoxyd vermengt und mit Schwefelsäure übergossen, so entwickelt sich Chlorgas.

1. Salzsaures Natron oder hydrochlorsaures Natron. Kochsalz. *Chlornatrium.* (*Muriate de soude. Sel marin.*)

Läſst man Chlorgas in glühendes Natron streichen, so verliert das Natron seinen Sauerstoff, welcher sich als Sauerstoffgas entwickelt, und das reducirte Natrium verbindet sich mit dem Chlor zu Chlornatrium. Ein ähnliches Resultat geben alle feuerfesten Basen, wenn sie glühend mit Chlorgas zusammentreffen.

In Chlorgas verbrennt das Natrium mit lebhaft rother Flamme zu Chlornatrium. Wird das Chlornatrium mit Wasser in Berührung gebracht, so zersetzt sich das Wasser, der Sauerstoff desselben tritt an das Natrium, und der Wasserstoff verbindet sich mit dem Chlor, woraus hydrochlorsaures Natron entsteht.

Das Kochsalz kommt sehr häufig in der Natur vor, theils concret in festen Lagern, theils in Quellen und im Seewasser.

1) Steinsalz. *Sal Gemmae.* *) In Polen und Ungarn

*) Boué hat in den Gruben von Wieliczka eine Varietät Steinsalz gefunden, welches sich unter Entwicklung von Hydrogengas in Wasser auflöst.

gibt es Salzlager von mehreren hundert Meilen lang, nämlich die Karpathen bei Wieliczka.

Eben so in England aber nur zu Norwich, in Frankreich, in Spanien zu Cordona in Catalonien und in Castilien; die nächsten und interessantesten Salzgebirge für uns sind die zu Berchtesgaden in Bayern.

Es ist bisher kein Salzgebirg in Italien, Schweden und Norwegen angetroffen worden.

Um sich eine genaue Kenntniſs von den verschiedenen Salzwerken zu verschaffen, siehe Skizze der deutschen Literatur über die Halurgie, entworfen von Carl Theodor Kleinschrod. München. 1816.

Extraction des Salzes.

1) Salz aus dem *Sal gemmae* oder Steinsalz.

Es wird in den Gruben von den groſsen Massen entweder durch Hämmern oder durch Sprengen mit Schieſspulver getrennt, und wenn es ganz rein ist, zum Gebrauche fein gerieben.

Ist es unrein, so läſst man Wasser in die Grube, was sich nach einiger Zeit mit dem Salze sättigt, und dann wird die so gesättigte Soole hinaufgezogen, und die Flüssigkeit abgeraucht.

Durch Bohren nach Langsdorffs Anleitung ist man auch in Würtemberg und in der Schweiz auf Salzlager gestoſsen, welche mehr oder minder reichhaltig sind, von denen aber die Soole aus Eglisau in der Schweiz nur sehr wenig Salz enthält.

2) Aus dem Seewasser. Am Ufer des mittelländischen Meeres im südlichen Europa werden flache mit Thon ausgeschlagene Gruben gegraben, wohin das Seewasser durch Canäle und Schleusen geleitet wird. Das Wasser verdampft während des ganzen Sommers, und wenn das Salz zu krystallisiren anfängt, wird es mit Schaumlöffeln herausgehoben, und in Haufen auf einen Kiesboden gelegt, wo das Wasser ablaufen und das Salz sich von selbst reinigen kann, indem die zerflieſslichen Salze die Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, in die Erde dringen, und das graue Seesalz zurückbleibt.

3) Aus den Quellen. Wenn das Wasser einer Salzquelle 15 bis 16 pr. C. Salz enthält, so ist es sudwürdig und kann gleich versotten werden.

Die Quellen zu Lüneburg, im Königreich Hannover, sind so reichhaltig wie möglich, und können kein Salz mehr aufnehmen.

Ist die Quelle arm an Salz, so muſs die Soole zuvor, um bei dem Abdampfen Holz zu ersparen, durch Gradierwerke concentrirt werden. Dieſs sind hohe Gebäude, in welchen Dornenreiser übereinander geschichtet sind, durch welche das salzhaltige Wasser nach und nach in Tropfen herabfällt, und indem es dabei die gröſstmögliche Oberfläche erhält, schnell verdunstet, bis es sudwürdig ist.

Nun wird es in viereckigen eisernen Pfannen eingekocht, wobei sich der Pfannenstein niederschlägt, an den Boden des Kessels festsetzt, und von Zeit zu Zeit ausgeklopft werden muſs.

Während des Kochens der Soole setzt sich das Salz ab, und wird immer mit Schaumlöffeln oder Schaufeln herausgenommen, und wenn das Wasser gehörig davon abgelaufen ist, wird es in heiſsen Zimmern (sogenannten Phiselkammern) getrocknet.

Wenn sich aus der Mutterlauge kein Salz mehr ansetzt, wird sie aus den Kesseln genommen und an den mehrsten Orten weggeschüttet, weil es kaum der Mühe lohnt, die darin noch enthaltene Magnesia zu extrahiren, welche übrigens vom Kalk schwer zu reinigen ist. Nur zur Bereitung des Salmiaks und in den Tabakfabriken wendet man die Mutterlauge zum Benetzen des Schnupftabaks an, welcher dadurch feucht erhalten wird.

Der sogenannte Kern-Pfannenstein, welcher sich in den Pfannen absetzt, wird noch mit kaltem Wasser ausgelaugt, um das darin enthaltene Kochsalz vom Gyps und von den kohlensauren Erden zu trennen.

Das Salz krystallisirt in Würfeln. Specifisches Gewicht 2,17. Enthält kein Krystallwasser, aber mechanisch eingeschlossenes Wasser, weſshalb es auf glühenden Kohlen verknistert (*decrepitirt*) wie der Kalkspath, der salpetersaure

Baryt etc., und verliert durchs Decrepitiren zwei bis drei Procent Wasser.

Reines Steinsalz enthält kein Wasser, decrepitirt deſshalb auch nicht beim schwachen Glühen, oder auf glühende Kohlen geworfen, und verliert dadurch nichts von seinem Gewichte.

Bei einer starken Rothglühhitze geräth das Kochsalz in einen feurigen Fluſs, und bei der Weiſsglühhitze verflüchtigt und sublimirt es sich, ohne sich zu zersetzen.

In 2,7 kaltem Wasser löst es sich auf, und in eben so vielem kochendem Wasser, weſshalb es nicht durch Abkühlen, sondern nur durch Abdampfen krystallisiren kann. *)

Bei — 10° gibt die concentrirte Auflösung wasserhaltige, an der Luft zerflieſsliche Tafeln, welche nach Fuchs 48 Proc. Krystallwasser enthalten.

Nach einer neuern Untersuchung von Mitscherlich besteht das wasserhaltige Kochsalz aus

Chlornatrium	61,98
Wasser	38,02
	100,00.

In Weingeist löst es sich etwas auf, aber nicht in wasserfreiem Alkohol.

Jedes im Handel vorkommende Kochsalz enthält etwas Glaubersalz, Gyps und salzsaure Magnesia.

Läſst man Kochsalz mit eisenhaltiger Kiesel- oder Thonerde heftig glühen, so schmelzt das Natron mit den Erden zusammen, wobei sich das Eisen mit dem Chlor verflüchtigt; hierauf ist die Salz-Glasur des Steinguts begründet.

Wird Kochsalz mit schwefelsaurer Magnesia gekocht, so bildet sich Glaubersalz und salzsaure Magnesia.

Als Marx die Krystalle untersuchte, welche aus einer gesättigten Auflösung von Kochsalz bei — 24° angeschossen

*) Nach Gay-Lussac's Versuchen lösen 100 Theile Wasser bei 0 etwas mehr Kochsalz auf als bei + 14°. Hundert Theile Wasser bei 14° lösen 36 Theile, bei 60° 37 Theile und beim Kochpunkt der gesättigten Soole 40,38 Theile Kochsalz auf.

waren, fand er, daſs sie in kleinen nadelförmigen sechsseitigen Prismen mit sechsseitiger Zuspitzung bestanden, die beim Zerbrechen ebenen Querbruch zeigten. An der trocknen Luft verwitterten sie, schmolzen aber in der Wärme. Bei der Untersuchung ergaben sie sich als ein bis dahin unbekanntes Doppelsalz, bestehend aus schwefelsaurem Natron und Kochsalz.

Anwendung. Als antiseptisches, die Fäulniſs verhinderndes Conservationsmittel für Fleisch und Vegetabilien. Zum Salzen der Speisen. Zur Bereitung des Natrons, der Salzsäure, des Chlors und Ammoniaks. Zur Glasur für einige Töpfergeschirre. Als Düngmittel. Als die Gesundheit und das Gedeihen des Rindviehs und der Schafe beförderndes Nahrungsmittel.

2) Salzsaures Kali. Digestivsalz. (*Sal digestivum seu febrifugum Sylvii. Muriate de potasse.*)

Wird als Nebenproduct bei verschiedenen Operationen, besonders beim Raffiniren des Salpeters erhalten.

Kommt in der Asche vieler Pflanzen, im Meer und im Steinsalze vor. Gleicht dem Kochsalz und krystallisirt in säulenförmigen verlängerten Würfeln, löst sich in drei Theilen kaltem, und in zwei Theilen kochendem Wasser auf. Ist auch in Weingeist etwas auflöslich. Löst man 50 Gram salzsaures Kali in 200 Gram Wasser auf, so fällt das Thermometer um 11° Cels.; eine gleiche Menge Kochsalz hingegen auf diese Weise aufgelöst, macht das Thermometer nur um 1,9° C. sinken, auf welchem Unterschied der Temperatur Gay-Lussac die Menge der beiden Salze approximativ zu beurtheilen vorschlägt. Bei der Glühhitze schmelzt und verflüchtigt es sich. Es enthält 36 Salzsäure und 64 Kali.

3) Salzsaures Lithion. (*Muriate de lithium.*)

Krystallisirt in Würfeln, welche im Wasser und Weingeist sehr auflöslich sind, an der Luft schnell zerflieſsen und der Weingeistflamme eine dunkelrothe Farbe ertheilen.

Enthält 18,43 Lithion und 81,57 Salzsäure.

4) Salzsaures Ammonium. Salmiak. (*Muriate d'ammoniaque.*)

Der Salmiak befindet sich im Urin der Menschen und einiger Thiere, vorzüglich aber in den Excrementen der Kameele; kommt in geringer Quantität in den Gegenden der Vulcane vor. Wurde zuerst in der Nähe des Tempels des Jupiter Ammon in Afrika gefunden, woher ihm der Name *Sal ammoniacum* geblieben ist.

Das Salz wurde sonst blofs aus dem Dünger der Kamele in Aegypten extrahirt; dazu wird der Dünger mit getrocknetem Schilf oder Stroh vermengt an Mauern geklebt, um ihn an der Sonne zu trocknen. Dieser getrocknete Dünger dient als Brennmaterial für die ärmere Volksclasse. Der sich davon absetzende Rufs wird in den Kaminen mit Sorgfalt gesammelt und an die Salmiak-Fabricanten verkauft. Letztere ziehen im Lande herum, und sublimiren den Rufs in Glaskolben, welche mit Nilschlamm beschlagen sind. Lange Zeit war der Salmiak aus Aegypten der einzige bekannte, später wurde er aber auch in Europa nachgemacht, indem man thierische Substanzen, wie wollene Lumpen oder Knochen in grofsen Eisenretorten destillirt, und das sich bildende kohlensaure Ammonium in Tonnen streichen läfst, welche fein geriebenen Gyps mit Wasser vermengt enthalten.

Der durch Zersetzung des Gypses entstandene kohlensaure Kalk wird abgeschieden, und das in der Flüssigkeit sich befindende schwefelsaure Ammonium mit salzsaurem Natron versetzt, wo sich Glaubersalz und Salmiak bilden. Letzteres wird von ersterem durch Sublimation getrennt.

Man zersetzt auch in einigen Fabriken das kohlensaure Ammonium durch Eisenvitriol oder Alaun.

Der sublimirte Salmiak, von scharfsalzigem Geschmack, kommt in grofsen halbdurchsichtigen Kuchen vor, krystallisirt wenn man ihn in Wasser auflöst, in Federn, seltener in luftbeständigen Octaëdern. Specifisches Gewicht 1,45. Löst sich in 2¾ kaltem und in 1 Theil kochendem Wasser auf, und bringt beim Auflösen grofse Kälte hervor. Die concentrirte Auflösung kocht nach Faraday bei 114,4° C.

In Weingeist ist er nur wenig auflöslich. Er verflüchtigt sich gänzlich in der Hitze, ohne zu schmelzen, und wird durch alkalische Erden und Alkalien zersetzt, wobei sich Ammoniakgas entwickelt. Unveränderlich an der Luft, sehr zähe und schwierig zu pulvern. Er kann aus gleichen Raumtheilen salzsaurem Gas und Ammoniakgas gebildet werden.

Der Salmiak besteht aus:

Ammonium	1	Atom	= 17 —	31,8
Salzsäure	1	„	—36,4—	68,2
			53,4	100.

Anwendung. Beim Verzinnen des Kupfers, um die Oxydation des Zinns zu hindern. Zuweilen in der Färberei. In der Medicin innerlich und äufserlich. Zur Bereitung des Ammoniums und des kohlensauren Ammoniums etc.

5) Salzsaurer Baryt. (*Terra ponderosa salita. Muriate de baryte.*)

Wird durch Auflösen des Schwefelbariums in Salzsäure auch durch starkes Glühen eines Gemenges von einem Theil Schwerspath in feinem Pulver mit ½ Theil salzsaurem Kalk vermengt, bereitet, wo alsdann die geschmolzene gepulverte Masse mit 6 Theilen kochendem Wasser schnell ausgelaugt wird, wobei der sich gebildete Gyps zurückbleibt. Aus der filtrirten Auflösung krystallisirt er in vierseitigen Prismen, deren Grundlagen Quadrate sind, gewöhnlich Tafeln.

Das Salz ist unveränderlich an der Luft; 100 Theile Wasser bei 15,6° lösen nach Gay-Lussac 43,5 und bei 105,5° 78 krystallisirten salzsauren Baryt auf.

Es ist giftig. Eine concentrirte Auflösung von salzsaurem Baryt in Wasser wird nicht allein von reiner Salpetersäure, sondern auch von reiner Salzsäure getrübt, die Niederschläge lösen sich aber in destillirtem Wasser vollkommen wieder auf. Es scheint, dafs die ebengenannten Säuren der Auflösung nur etwas Wasser entziehen, wodurch der salzsaure Baryt selbst niedergeschlagen wird.

Durch eine Auflösung von kaustischem Kali wird der

salzsaure Baryt zersetzt, wobei sich salzsaures Kali bildet, und reiner Baryt niederfällt.

Wenn der salzsaure Baryt eisenhaltig ist, so muſs er stark geglüht werden, wodurch das Eisensalz zerstört wird, und dann kann man ihn in kochendem Wasser wieder auflösen, wobei das Eisenoxyd auf dem Filtrum zurückbleibt.

Der salzsaure Baryt enthält:

Baryt	1	Atom	76,6	—	62,8
Salzsäure	1	„	36,4	—	29,9
Wasser	1	„	9	—	7,3
			122		100.

Anwendung. Als Arzneimittel zum innerlichen Gebrauch gegen Scropheln; als Reagens zur Entdeckung der Schwefelsäure, sie mag frei oder gebunden seyn.

6. Salzsaurer Strontian. (*Muriate de Strontiane.*)

Wird bereitet wie der salzsaure Baryt. Krystallisirt in dünnen sechsseitigen Nadeln. Das Salz löst sich in dreiviertel Theilen seines Gewichts kaltem und in viel weniger kochendem Wasser, auch in 24 absoluten und in 6 wässerichten Alkohol auf; an der Luft wird es feucht.

Das Salz enthält 40⅓ Proc. Krystallwasser, das beim Erhitzen verflüchtigt wird.

Bei einer heftigen Hitze schmilzt es zu einem Email. Die Auflösung in Wasser wird durch Barytwasser zerlegt, wodurch sich salzsaurer Baryt bildet und der Strontian abgeschieden wird. Ertheilt der Flamme eine purpurrothe Farbe.

7. Salzsaurer Kalk. (*Muriate de chaux*).

Kommt in der Natur in verschiedenen Quellwassern und in einigen Salzsoolen aufgelöst vor.

Er kann erhalten werden, wenn man den Rückstand von der Ammoniak-Fabrication mit Wasser behandelt und die Flüssigkeit abraucht. Aus der concentrirten Auflösung krystallisirt das Salz in gestreiften sechsseitigen Säulen. Beim Erwärmen verliert es sein Krystallwasser, wovon es 49,6 Procent enthält, und schmilzt bei der Glühhitze ohne eine Zersetzung zu erleiden.

Das geschmolzene Salz leuchtet im Dunkeln und ist bekannt unter dem Namen von Hombergs Posphor. An der Luft zerfliefst das Salz sehr schnell und löst sich in dem vierten Theil seines Gewichts Wasser auch leicht in Weingeist auf.

Der geglühte salzsaure Kalk absorbirt Ammoniakgas und zerfällt dadurch zu Pulver. Wird dieses Pulver in Chlorgas gebracht, so entzündet es sich, wobei sich Salzsäure, Stickgas und Salmiak bilden.

Ein basisches Salz entsteht nach Rose, wenn man den neutralen salzsauren Kalk mit Kalk kocht und dann die Auflösung heifs filtrirt. Es krystallisirt in feinen langen Nadeln, welche durch Wasser und Weingeist zersetzt werden, wobei sich Kalkhydrat abscheidet.

Anwendung des geschmolzenen salzsauren Kalks.

Zum Austrocknen der Gasarten, und mit Schnee vermengt, um tiefe Temperaturen hervorzubringen. Nach Labarraque ist der salzsaure Kalk ein Gegenmittel gegen die Verbreitung der Fäulnifs in Wunden. Zur Entwässerung des Weingeistes. Durch Glühen mit schwefelsaurem Baryt und Strontian zur Bereitung des salzsauren Baryts und salzsauren Strontians.

Der salzsaure Kalk ist in neuerer Zeit als Beförderungsmittel der Vegetation angewendet worden. Vorzüglich hat sich Dubuc in Rouen mit diesem Gegenstande beschäftigt.

Bei seinen Versuchen löste er 2⅓ Pfund salzsauren Kalk in 46 Quart Wasser auf und wässerte mit dieser Flüssigkeit einmal vor dem Säen, dann nach demselben einmal, und nach dem Sommer noch ein- bis zweimal mehr re Gewächse, worunter sich Mais und Kartoffeln befanden, welche mit drei- bis viermal gröfseren Dimensionen und von vorzüglicherer Güte erhalten wurden als diejenigen, welche nahe dabei auf einem mit jener Flüssigkeit nicht gewässerten Stück Land wuchsen. Da der salzsaure Kalk ein zerfliefsliches Salz ist, so ist es wahrscheinlich, dafs

eine gewisse Menge davon in der Erde die Pflanzen dadurch weniger vom Regen abhängend macht, daſs es ihre Wurzeln durch Anziehen der Feuchtigkeit beständig mit Wasser versieht.

8) Salzsaure Magnesia. (*Muriate de Magnesie.*)

Läſst man über glühende Magnesia Chlorgas streichen, so wird es absorbirt, wobei sich Sauerstoffgas aus der Magnesia entwickelt und Chlormagnium zurückbleibt, was sich unter Erhitzung in Wasser auflöst, wobei das Wasser zersetzt wird.

Man kann die salzsaure Magnesia durch directe Verbindung dieser Erde mit Salzsäure darstellen, oder dadurch, daſs man 2 Theile schwefelsaure Magnesia und 1 Theil Kochsalz mit $4\frac{1}{2}$ Theilen Wasser kocht und die Auflösung so weit abdampft, bis beim Abkühlen kein Glaubersalz mehr herauskrystallisirt, alsdann bleibt die salzsaure Magnesia in der Mutterlauge.

Wird in den Salzsoolen, so wie in vielen Wässern, auch im Meerwasser angetroffen.

Das Salz kann nur schwer zum Krystallisiren gebracht werden. Es hat einen bittern Geschmack, ist sehr zerflieſslich, löst sich in 0,6 kaltem und in 0,27 heiſsem Wasser auf, ist auch in Weingeist leicht auflöslich. Bei einer Temperatur von 106° verflüchtigt sich etwas Salzsäure, und nach dem Glühen bleibt Magnesia mit wenig Chlormagnium zurück. Die Zersetzung dieses Salzes ist die Ursache, daſs man beim Abrauchen der Salzsoole einen Geruch nach Salzsäure wahrnimmt.

Liebig hat ein Doppelsalz von Chlorkalium und Chlormagnesium beschrieben, das sich aus der Mutterlauge der Saline zu Salzhausen abgesetzt hatte. Seine Krystalform ist ein irreguläres Octaëder, oft mit abgestumpften Endspitzen; es zerflieſst an der Luft, und auf Flieſspapier liegen gelassen, bleibt zuletzt nur pulveriges Chlorkalium zurück. Wird es mit Schwefelsäure zersetzt, so bildet sich das von Mitscherlich untersuchte, entsprechende Doppelsalz mit dieser Säure.

Die krystallirte salzsaure Magnesia enthält 29,4 Salzsäure, 21,3 Magnesia und 49,3 Wasser.

Anwendung. Salzsaure Magnesia, so wie auch salzsaurer Kalk sind von Pajot-Descharme zur Entwässerung des Weingeistes ohne äußsere Anwendung der Wärme benuzt worden. Um dieſs zu bewirken, bringt er Branntwein in ein flaches Gefäſs, und setzt darin auf einen Fuſs ein anderes Gefäſs mit breiter Oberfläche, welches das trockne Salz in Pulverform enthält. Das Ganze wird hermetisch verschlossen, die Ränder mit Papier beklebt, und so läſst man es 4 bis 5 Tage stehen. Das Salz wird nach und nach zerflieſsen und der Weingeist 6 bis 8 Grade stärker werden. Das zerflossene Salz wird nun herausgenommen und durch trocknes ersetzt; auf diese Weise behauptet er, Branntwein von 15° B. bis auf 40 bis 42° B. concentrirt zu haben.

Dasselbe Verfahren kann auch angewendet werden, um Säuren und Salzlaugen zu concentriren.

Die salzsaure Magnesia, so wie der salzsaure Kalk, welche sich oft zusammen in der Mutterlauge der Salzsoolen befinden, werden auch zur Salmiakfabrication benutzt, indem man sie durch kohlensaures Ammonium, was bei der Destillation thierischer Substanzen gebildet wird, zersetzt.

9) Salzsaure Thonerde. (*Muriate d'alumine.*)

Kommt in einigen Mineralwassern und nach Christ. Gmelin im Wasser des todten Meeres vor. Wird durch Auflösen der frisch niedergeschlagenen Thonerde in Salzsäure erhalten. Hinterläſst nach dem Abdampfen der Flüssigkeit eine gummiartige Masse oder ein weiſses Pulver. Ist immer sauer, sehr auflöslich in Wasser, und in zwei Drittheile ihres Gewichts siedendem Weingeist, zerflieſst an der Luft.

Wird die Auflösung nur zum Theil mit Ammonium zersetzt, so entsteht durch den Niederschlag ein in Wasser unauflösliches basisches Salz. Beim Glühen entweicht die Salzsäure vollkommen.

Das **Chloraluminium** wird nach **Oerstedt** und **Wöhler** erhalten, wenn man durch glühende mit Kohle vermengte Thonerde Chlorgas streichen läſst.

10) Salzsaure Zirconerde. (*Muriate de Zircone.*)

Wird durch Auflösen des Zirconhydrats in Salzsäure und Abdampfen der Flüssigkeit erhalten.

Schieſst in kleinen nadelförmigen Krystallen an, welche an der Luft bei 50° verwittern und sich in Wasser, so wie in Weingeist auflösen. Wird die Auflösung bis zur Trockne abgedampft, so bildet sich eine gelbliche gummiartige Masse. Beim Erhitzen der Auflösung entwickelt sich Salzsäure, und es bleibt eine basische salzsaure Zirconerde zurück.

Die **salzsaure Beryllerde**, vorzüglich die saure, schieſst in luftbeständigen Krystallen an, welche sich im Wasser und Weingeist leicht auflösen.

Die **salzsaure Yttererde** ist nicht fähig zu krystallisiren, sondern verwandelt sich beim Abdampfen in eine klebrige schwer auszutrocknende Masse, welche an der Luft zerflieſst. Im Allgemeinen ist das Salz der salzsauren Thonerde sehr ähnlich.

b. Hydriodate (*Hydriodates.*)

Nur das hydriodsaure Kali und Natron werden in der Natur in einigen Seepflanzen, so wie in einigen Salzsoolen und Mineralquellen angetroffen.

Alle Hydriodate sind im Wasser und in Weingeist auflöslich, alle lösen noch Jod auf und färben sich dadurch rothbraun.

Die mehrsten Metallsalze werden von den in Wasser augelösten Hydriodaten reducirt und als Jodmetalle von verschiedenen Farben niedergeschlagen. Das Silber wird davon **weiſs** gefällt, der Niederschlag ist aber in Ammonium nicht auflöslich. Das Protonitrat des Quecksilbers wird **grünlich gelb** gefällt; der Niederschlag vom Sublimat ist **roth**, und im Ueberschuſs von Hydriodat wieder auflöslich; von

salpetersaurem Blei ist der Niederschlag glänzend gelb, und vom Bismuth kastanienbraun.

1) Hydriodsaures Kali. (*Hydriodate de potasse.*)

Das hydriodsaure Kali, das einzige Salz, was innerlich und äufserlich angewendet und in den Seepflanzen angetroffen wird, bereitet man:

1) indem das Jod mit kaustischem Kali gekocht wird, wobei indessen das Salz alkalisch und mit etwas jodsaurem Kali vermengt bleibt.

2) Besser nach Baup auf folgende Weise: 2 Theile Jod werden mit 8 bis 10 Theilen Wasser fein abgerieben, und nach und nach wird der kalten Flüssigkeit 1 Theil Eisenspäne *) hinzugefügt. Die Vereinigung geschieht sogleich unter Entwickelung von Wärme. Das Jod verschwindet und die Flüssigkeit färbt sich rothbraun. Hiebei wird das Wasser zersetzt, indem sich der Sauerstoff desselben mit dem Eisen verbindet, während der Wasserstoff an das Jod tritt.

Es bildet sich während dieser lebhaften Einwirkung ein jodhaltiges hydriodsaures Eisen, welches, um einfaches Eisenhydriodat zu werden, nur hinlänglich erwärmt werden mufs, wodurch das freie Jod verflüchtigt wird. Man filtrirt die Flüssigkeit, verdünnt sie mit etwas Wasser und erhitzt sie in einem Sandbade fast bis zum Siedepunkt; alsdann schlägt man das Eisen durch eine Auflösung von kohlensaurem Kali nieder.

Nachdem man nun das Eisenoxydul-Hydrat abgeschieden und die Flüssigkeit filtrirt hat, schreitet man zum Abdampfen derselben.

Man darf die concentrirte Auflösung des hydriodsauren Kali's nicht in eine Trockenstube stellen, weil das Salz am Rande der Gefäfse hinaus steigt, wodurch am Ende die ganze Flüssigkeit verloren gehen könnte, sondern man bringt sie auf ein sehr schwaches Feuer, wo der Boden des Gefäfses mehr erwärmt wird als der Rand.

---

*) Nach le Royer und Dumas kann das Eisen durch Zink ersetzt werden.

Nach und nach setzen sich Krystalle ab. Wenn sie erkaltet sind, wird die Mutterlauge abgegossen und die Flüssigkeit noch weiter zur Gewinnung des noch darin enthaltenen Salzes abgeraucht.

3) Nach Fau in Montpellier bereitet man das Salz auf folgende Weise: ein Theil Jod wird mit 6 Theilen Wasser abgerieben, und in diese Flüssigkeit tröpfelt man unter stetem Umrühren schwefelhaltiges hydrothionsaures Kali, oder eine Auflösung von Schwefelleber in Wasser. Hiebei entstehen mehrere Nüancen, der Schwefel fällt nieder, und wenn die Flüssigkeit farblos wird, ist die Bildung des Salzes vollendet.

Nachdem sich der Schwefel abgesetzt hat, filtrirt man die Auflösung, aus welcher nach langsamem Abrauchen ein sehr weifses Salz krystallisirt.

Hiebei ist es augenfällig, dafs sich der Wasserstoff aus der Hydrothionsäure mit dem Jod verbindet, wodurch der Schwefel abgeschieden wird. Diese von Fau vorgeschlagene Methode wird zur Bereitung des Salzes im Grofsen mit Vortheil angewendet.

Turner hat endlich ein Verfahren zur Bereitung des Salzes angegeben, was in Folgendem besteht: In einer erwärmten Auflösung von Kali in Wasser löst man so lange Jod auf, bis die Flüssigkeit eine bräunliche Farbe annimmt und das geröthete Lakmuspapier sich nicht mehr blau färbt. Man verdünnt sie alsdann mit Wasser und läfst so lange Schwefelwasserstoffgas hineinstreichen, bis alle darin enthaltene Jodsäure in Hydriodsäure verwandelt ist, was man daran erkennt, dafs die Flüssigkeit stark nach Hydrothionsäure riecht. Alsdann wird sie filtrirt und aufgekocht, um das überschüssige Schwefelwasserstoffgas zu verflüchtigen. Hat die Flüssigkeit saure Eigenschaften, so mufs die freie Hydriodsäure durch Kali neutralisirt und dann zum Krystallisiren abgedampft werden.

Das hydriodsaure Kali krystallisirt in undurchsichtigen Würfeln oder Octaëdern, welche nur an sehr feuchter Luft zerfliefsen, und sich in weniger als ihrem Gewicht kaltem Wasser auflösen. Nach Gay-Lussac lösen 100

Theile Wasser von 18° C. 143 von dem Salze auf, wobei eine Abkühlung von 15,5 entsteht. Sie erforden 5½ Theil Weingeist von 0,85 spec. Gew. und 40 Theile absoluten Alkohol zu ihrer Auflösung. Der kochende absolute Alkohol löst nach Baup eine viel gröfsere Menge davon auf als der kalte und krystallisirt beim Abkühlen in Nadeln. Sie gestehen nach dem Schmelzen zu einer krystallinischen glänzenden Masse, welche allerdings, so wie die Krystalle selbst, als Jodkali zu betrachten sind.

Das Jodkalium besteht nach Gay-Lussac aus:

Kalium	1	Atom	39,2	23,8
Jod	1	—	123	76,2
			164,2	100

Das hydriodsaure Kali ist ein sehr empfindliches Reagens um kleine Quantitäten von Platin in einer Flüssigkeit zu entdecken, welche davon eine braune Farbe annimmt (Pleischl). Auch kann man es als Reagens auf Quecksilberoxydsalze anwenden, welche davon zinnoberroth, und die Bleisalze gelb niedergeschlagen werden.

2) Hydriodsaures Natron. (*Hydriodate de soude.*)

Findet sich in einigen Mineralwassern, so wie in den Seepflanzen und wird auf dieselbe Weise wie das hydriodsaure Kali bereitet.

Krystallisirt in geschobenen vierseitigen an einander gereihten Prismen, welche viel Krystallwasser enthalten.

Das Salz zerfliefst an der Luft, löst sich etwa in der Hälfte seines Gewichts Wasser auf und ist auch in Weingeist auflöslich. In der Hitze verliert er sein Krystallwasser und schmilzt alsdann, woraus Jodnatrium entsteht.

3) Hydriodsaures Ammonium. (*Hydriodate d'Ammoniaque.*)

Wird direct bereitet durch Verbindung der Hydriodsäure mit Ammonium. Krystallisirt in Würfeln, welche sehr auflöslich sind, an der Luft gelb werden, indem sich ein Theil Wasserstoff der Säure mit dem Sauerstoff der Luft

verbindet, wodurch ein hydriodigsaures Salz entsteht. Bei abgehaltener Luft sublimirt es sich unverändert.

4) Hydriodsaurer Baryt. (*Hydriodate de Baryte.*)

Der hydriodsaure Baryt krystallisirt in Prismen, welche in Wasser sehr auflöslich sind. Werden sie der Luft ausgesetzt, so bildet sich kohlensaurer und hydriodigsaurer Baryt, wodurch das Salz eine braune Farbe annimmt.

5) Hydriodsaurer Strontian. (*Hydriodate de Strontiane.*)

Der hydriodsaure Strontian verhält sich wie der hydriodsaure Baryt. Er ist krystallisirbar und im Wasser leicht auflöslich. Bei abgehaltener Luft schmelzt er noch vor dem Glühen, ohne eine Veränderung zu erleiden. Wird er bei offener Luft geglüht, so entweicht Jod und es bleibt reine Strontianerde zurück.

6) Hydriodsaurer Kalk. (*Hodriodate de chaux.*)

Das Salz ist zerfliefsend und hat den Geschmack des salzsauren Kalkes. Beim Glühen in offnen Gefäfsen verflüchtigt sich das Jod und es bleibt Kalkerde zurück.

7) Hydriodsaure Magnesia. (*Hydriodate de Magnesie.*)

Die hydriodsaure Magnesia ist nicht krystallisirbar, zerfliefst an der Luft und verliert beim Erhitzen die Säure: worauf alsdann die Magnesia fast rein zurückbleibt.

Die übrigen hydriodsauren Salze mit erdiger Basis sind noch nicht gehörig bekannt.

c. Hydroselensaure Salze. (*Hydroseleniates.*)

Die Selenwasserstoffsäure verbindet sich mit den erdigen und alkalischen Basen und reducirt die meisten Metalloxyde zu Selenmetallen.

Diejenigen Hydroseleniate, welche ein Alkali oder Magnesia zur Basis haben, sind auflöslich in Wasser, ihr Geruch und Geschmack ist denen der schwefelwasserstoffsauren Salze ähnlich; auf

auf der Haut bringen sie braune Flecken hervor. Wenn sie ein röthliches Ansehen haben, so ist diefs wohl nur einem Ueberschufs von Selen zuzuschreiben.

Alle werden an der Luft zersetzt, indem sich der Sauerstoff der Luft mit dem Wasserstoff der Hydroselensäure vereinigt, wodurch Selenium in Freiheit gesetzt wird.

Da die Hydroselensäure auf die Gesundheit so gefährlich wirkt, so sind ihre directen Verbindungen mit Basen bis jetzt wenig bekannt geworden. Nur Berzelius hat sich mit der Untersuchung dieser Salze beschäftigt.

Hydroselensaures Kali. (*Hydroseleniate de potasse.*)

Das Selenkalium löst sich in Wasser zu hydroselensaurem Kali auf. War in der Verbindung ein Ueberschufs von Kalium enthalten, so geht die Auflösung unter Entwickelung von Wasserstoffgas von statten, und die Auflösung ist blafsroth.

Hydroselensaures Ammoniak. (*Hydrioseleniate d'ammoniaque.*)

Das wässerige Ammonium so wie das Ammoniakgas wirken nicht auf das Selenium, wird aber Ammoniakgas mit hydroselensaurem Gase in Berührung gebracht, so verdichten sich die beiden Gase zu einem weifsen Nebel und dann zu einer blafsrothen nicht krystallinischen Masse, welche in Wasser leicht auflöslich ist und damit eine rothe Flüssigkeit darstellt. Die röthliche Farbe entsteht wahrscheinlich daher, dafs sich ein Theil Wasserstoff der Säure mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser verbindet, wodurch etwas Selen frei wird.

d. Hydrobromsaure Salze. (*Hydrobromates.*)

Die hydrobromsauren Salze können dargestellt werden:

1) durch Neutralisation einer Salzbasis mit Hydrobromsäure;

2) durch Auflösung eines Brommetalls in Wasser, wobei das Wasser zersetzt wird, indem sich der Sauerstoff

desselben mit dem Metall vereinigt, während der Wasserstoff des Wassers an das Brom tritt und Hydrobromsäure bildet.

Die hydrobromsauren Alkalien werden durch Abdampfen bis zur Trockne und durch Glühen des Rückstandes in Brommetalle verwandelt, wobei der Wasserstoff der Hydrobromsäure gerade hinreicht, um den Sauerstoff in der Basis zu sättigen. Die hydrobromsauren Erden hingegen lassen beim Glühen hydrobromsaures Gas fahren, und die Erde bleibt rein zurück. Einige hydrobromsaure Salze können noch einmal so viel Brom aufnehmen, als sie schon enthalten, und werden dadurch in hydrobromigsaure Salze umgewandelt.

Durch Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure und vorzüglich durch Chlor wird aus den hydrobromsauren Salzen Brom entwickelt, wobei sich schwefelige Säure, Salpetergas, phosphorige Säure und Hydrochlorsäuse bilden; es bleibt alsdann ein schwefelsaures, salpetersaures, phosphorsaures oder hydrochlorsaures Salz zurück.

Alle hydrobromsauren Salze sind in Wasser auflöslich. Die Auflösungen derselben in Wasser geben mit den Quecksilberoxydulsalzen und mit den Bleisalzen weifse Niederschläge.

Dasjenige, was wir von den hydrobromsauren Salzen wissen, verdanken wir den Versuchen von Balard und Löwig.

1) Hydrobromsaures Kali. (*Hydrobromate de potasse.*)

Läfst man Bromdämpfe über glühendes Kali streichen, so bildet sich Bromkalium, wobei sich Sauerstoffgas aus dem Kali entwickelt. Wenn man in wässeriger Kalilauge so viel Brom auflöst, bis die Flüssigkeit eine röthliche Farbe annimmt, so haben sich bromsaures und hydrobromsaures Kali gebildet. Wird die Auflösung bis zur Trockne abgeraucht und der Rückstand geglüht, so entwickelt sich durch Zersetzung des bromsauren Kali's Sauerstoffgas, und die geglühte Masse in Wasser aufgelöst und mit Hydro-

bromsäure neutralisirt, gibt durch Abdampfen Krystalle von hydrobromsaurem Kali. Anstatt die Masse zu glühen, kann man in die Auflösung so lange hydrothionsaures Gas streichen lassen, bis die Bromsäure in Hydrobromsäure verwandelt ist und die Flüssigkeit anhaltend nach Schwefelwasserstoffgas riecht. Nach dem Filtriren wird die überschüssige Hydrothionsäure durch Aufkochen verflüchtigt, und dann wird die Flüssigkeit bis zum Krystallisiren des Salzes abgedampft.

Der trockne Rückstand ist das Bromkalium. Es besteht aus:

Kalium	1	Atom	39,2	34,10
Brom	1	—	75,76	65,90
			114,96	100

Beim Auflösen des Bromkaliums in Wasser bildet sich das hydrobromsaure Kali. Aus der verdampften Flüssigkeit krystallisirt es nach Löwig in stark glänzenden silberweifsen Würfeln von stechendem Geschmack. Das Salz verknistert in der Wärme und schmilzt beim Glühen, ohne eine Zersetzung zu erleiden. In Wasser lösen sich die Krystalle mit einer bedeutenden Abkühlung auf. Das heifse Wasser nimmt davon mehr auf als das kalte, und aus der heifsen Auflösung bilden sich beim Abkühlen Krystalle. Der Weingeist löst nur eine geringe Menge davon auf.

Das hydrobromsaure Kali besteht aus:

Kali	1	Atom	47,20	38,38
Hydrobromsäure	1	—	76,76	61,62
			123,96	100

2) Hydrobromsaures Natron. (*Hydrobromate de soude.*)

Die Bildung und Darstellung dieses Salzes ist ganz so, wie beim Bromkalium angegeben wurde. Es krystallisirt nach Löwig mit Krystallwasser; ist schmelzbar in der Hitze, wobei sich das Wasser verflüchtigt und Bromnatrium gebildet wird.

3) Hydrobromsaures Ammonium. (*Hydrobromate d'ammoniaque.*)

Das Salz kann durch directe Verbindung der Hydrobromsäure mit Ammonium erhalten werden, oder dadurch, daſs man Brom auf Ammonium einwirken läſst. Die Zersetzung des Ammoniums durch Brom geht mit lebhafter Wärme-Entwickelung von statten; es wird dabei viel Stickstoffgas frei, während sich das Brom mit dem Wasserstoff des Ammoniums zu Hydrobromsäure verbindet, welche nun mit dem noch unzersetzten Ammonium das hydrobromsaure Salz bildet.

Es krystallisirt in langen Prismen, auf welche andere kleinere rechtwinklig eingewachsen sind. Der Geschmack ist sehr scharf salzig; in Wasser ist es leicht auflöslich aber nur wenig in Weingeist. An der Luft wird es gelb und sauer, indem es einen Theil Wasserstoff an den Sauerstoff der Luft abtritt, wodurch ein hydrobromigsaures Salz entsteht.

Das hydrobromsaure Ammonium besteht aus:

Ammonium	1	Atom	17	18,33
Hydrobromsäure	1	—	75,76	81,67
			92,76	100

Oder den Raumtheilen nach aus:

Ammoniakgas	1	Volumen.
Hydrobromsaures Gas	1	—

4) Hydrobromsaurer Baryt. (*Hydrobromate de Baryte.*)

Wenn man Bromdämpfe über glühenden Baryt streichen läſst, so bildet sich unter Entwickelung von Sauerstoffgas Brombarium, welches durch Berührung mit Wasser in hydrobromsauren Baryt verwandelt wird.

Der hydrobromsaure Baryt kann bereitet werden: 1) wenn man eine Auflösung von reinem Baryt oder von Schwefelbarium in Wasser durch Hydrobromsäure neutralisirt und die filtrirte Flüssigkeit bis zum Krystallisiren verdampft. 2) Durch Schütteln der Auflösung des Broms in Aether mit Barythydrat, wodurch sich Hydrobromsäure

und Bromsäure bilden, welche sich mit dem Baryt vereinigen.

Der hydrobromsaure Baryt krystallisirt nach Balard in zusammengruppirten undurchsichtigen Warzen und nach Löwig in prismatischen Nadeln. Er schmelzt auf glühenden Kohlen zu Brombarium und schmeckt wie salzsaurer Baryt, nur noch herber. Im Wasser ist er sehr auflöslich und löst sich auch in Weingeist auf.

Der hydrobromsaure Baryt besteht nach Löwig aus:

Baryt	1	Atom	76,60	47,17
Hydrobromsäure	1	—	76,66	47,27
Wasser	1	—	9	5,56
			162,36	100

5) Hydrobromsaurer Kalk. (*Hydrobromate de chaux.*)

Wenn man Bromdämpfe über glühenden Kalk streichen läfst, so werden sie absorbirt; es entwickelt sich aus dem Kalk Sauerstroffgas, und Bromcalcium wird gebildet. Diefs ist eine weifse Masse von sehr scharfem bitterem Geschmack, zerfliefst an der feuchten Luft und wird dadurch zu hydrobromsaurem Kalk. Der hydrobromsaure Kalk ist von Hermbstädt im Meerschwamm und in den Schwammsteinen gefunden worden. Er krystallisirt schwierig mit vielem Wasser und ist in Wasser sehr auflöslich.

6) Hydrobromsaure Magnesia. (*Hydrobromate de Magnesie.*)

Bromdämpfe über glühende Magnesia geleitet bilden kein Brommagnium, ist die Magnesia aber mit Kohlenpulver innig vermengt und in einer Porzellanröhre schwach geglüht, so wird durch das Hindurchstreichen der Bromdämpfe Brommagnium gebildet, welches sich unter starker Erhitzung und Zischen in Wasser auflöst und zu hydrobromsaurer Magnesia wird.

Die hydrobromsaure Magnesia wird in den meisten Salzsoolen, so wie im Meerwasser und einigen Mineralquellen angetroffen. Sie krystallisirt nicht, ist an der Luft

zerfliefslich und läfst beim Glühen unter Entweichung von Hydrobromsäure reine Magnesia zurück.

7) Hydrobromsaure Thonerde. (*Hydrobromate d'Alumine.*)

Glühende Thonerde wird durch Bromdämpfe nicht zersetzt; ist sie aber mit Kohlenpulver vermengt, so wird sie bei starkem Glühen durch Bromdämpfe in Bromaluminium verwandelt.

Die hydrobromsaure Thonerde kann direct bereitet werden, wenn man Thonerdehydrat in Hydrobromsäure auflöst und die Flüssigkeit im Wasserbade abdampft. Sie ist schwer krystallisirbar, schmeckt herb und zusammenziehend; löst sich in Wasser so wie in Weingeist sehr leicht auf. Beim Glühen wird die Hydrobromsäure entwickelt, und es bleibt reine Thonerde zurück.

C. Verbindungen des Schwefels und des Schwefelwasserstoffs mit den Basen.

Man bereitet die geschwefelten Basen im Allgemeinen dadurch, dafs man ein Gemeng derselben mit Schwefel in einem bedeckten Tiegel bis zum Glühen erhitzt.

Wenn ein Theil basisches kohlensaures Kali oder Natron mit 1½ Theilen Schwefel geglüht wird, so entweicht die Kohlensäure aus dem Salze. Ferner verbindet sich der Sauerstoff des Kali's mit einem Theil des Schwefels zu Schwefelsäure, und es entsteht daraus schwefelsaures Kali. Das dadurch reducirte Kali, oder das Kalium verbindet sich endlich mit dem andern Theil Schwefel zu Schwefelkalium. Eine Folge davon ist, dafs ein Viertheil des angewandten Kali's in schwefelsaures Kali und drei Viertheile in Schwefelkalium verwandelt werden. Eine solche Hepar besteht demnach aus Schwefelkalium und schwefelsaurem Kali. Durch Berührung mit Wasser wird diese Verbindung zersetzt; der Sauerstoff des Wassers verbindet sich nämlich mit dem Kalium zu Kali, und der Wasserstoff desselben

mit dem Schwefel zu Hydrothionsäure, welche letztere ihrerseits an das Kali tritt.

Die trocknen Schwefelverbindungen haben folgende Eigenschaften:

1) Wenn sie vollkommen trocken sind, haben sie keinen Geruch.

2) Alle werden bei einer sehr hohen Temperatur zersetzt, wobei sich der Schwefel in den meisten Fällen verflüchtigt und die Basis zurückbleibt.

3) Sie sind mehr oder weniger schmelzbar, einige werden dünnflüssig, andere nur teigartig.

4) An der trocknen Luft sind sie unveränderlich, zersetzen aber das Wasser aus der feuchten Luft und nehmen dadurch einen unangenehmen Geruch nach Hydrothionsäure an.

5) Alle sind mehr oder weniger im Wasser auflöslich und geben damit eine gelbe oder braune Auflösung, welche den Geruch nach faulen Eiern besitzt.

6) Alle werden durch die Säuren zersetzt.

Schwefelkalium. (*Sulfure de potassium.*)

Ein Atom Kalium kann sich mit 1, 2, 3, 4 und 5 Atomen Schwefel verbinden, woraus ein einfach, doppelt, dreifach, vierfach und fünffaches Schwefelkalium entsteht. Diese Verbindungen können nun 1) durch directe Zusammensetzung des Schwefels mit Kalium erhalten werden. 2) Durch Glühen des schwefelsauren Kali's mit Kohle in einem verschlossenen Kohlentiegel. 3) Durch Glühen eines Gemengs von kohlensaurem Kali und Schwefel. *)

Die in der Heilkunde angewendete Kali-Schwefelleber (*Hepar sulfuris alcalinum*), welche durch Glühen aus vier Theilen kohlensaurem Kali und drei Theilen Schwefel in einem verschlossenen Tiegel gebildet wird, ist ein drei-

*) Das einfache Schwefelkali kann auch erhalten werden, wenn man nach Berzelius über glühendes schwefelsaures Kali Wasserstoffgas streichen läfst.

bis fünchfaches Schwefelkalium. Durch das Schmelzen der Masse wird aller überflüssige Schwefel verflüchtigt.

In Wasser und in Weingest ist das Schwefelkalium auflöslich.

Die wässerige gelbraune Auflösung der Schwefelleber ist alkalisch, schwärzt die Haut und alle animalischen Körper. Die Auflösung kann auch auf nassem Wege erhalten werden, wenn man Kalilauge mit Schwefel kocht, und in diesem Falle kann das Kali noch mehr Schwefel aufnehmen, als diefs beim Glühen des Kali's mit Schwefel der Fall ist.

Läfst man die Auflösung an der Luft stehen, so wird sie nach und nach farblos, und zuletzt enthält sie weder Schwefel noch Schwefelwasserstoff, sondern unterschweflichte Säure, welche mit dem Kali verbunden ist. Dabei geht der Sauerstoff der Luft zum Schwefel über und bildet nach und nach mit ihm jene Säure. Der Wasserstoff in der Hydrothionsäure verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser, und ein Theil Schwefel wird dadurch abgeschieden und niederschlagen. Durch Hülfe der Wärme gehen diese Erscheinungen viel schneller von Statten.

Eine Auflösung von Schwefelkali mit Phosphor gekocht, gibt eine dreifach zusammengesetzte Gasart, welche aus Wasserstoff, Phosphor und Schwefel besteht.

Die Auflösung von Schwefelkali wird durch die Säure getrübt, der weifse Niederschlag ist *Lac sulphuris* oder Schwefelmilch, ein feinzertheilter Schwefel.

Die Auflösung von Schwefelkali wird auch durch Schwefelwasserstoff getrübt, weil dieses als Säure wirkt und sich mit dem Kali verbindet, wodurch der aufgelöste Schwefel mit gelber Farbe niedergeschlagen wird. Die Auflösung des Schwefelkaliums in Wasser ist als hydrothionsaures Kali, welches Schwefel aufgelöst enthält, zu betrachten.

Schwefelnatrium. (*Sulfure de Sodium.*)

Die Natronschwefelleber wird bereitet, wenn man ein Gemeng von gleichen Theilen trocknem kohlensaurem Natron und Schwefel in einem verschlossenen Tiegel glüht. Die Erscheinungen sind denen, welche bei der Bildung des

Schwefelkali angegeben wurden, vollkommen gleich. Nach Vauquelin ist sie vierfaches Schwefelnatrium mit etwas schwefelsaurem Natron; denn mit sehr entwässertem Weingeist behandelt bleibt schwefelsaures Natron unaufgelöst zurück, und aus der geistigen Auflösung krystallisirt das Schwefelnatrium theils in gelben undurchsichtigen, büschelmig vereinigten Nadeln, theils in gelben durchsichtigen Würfeln.

Verbindungen des Schwefelwasserstoffs mit Basen.

Hydrothionsaure Salze. (*Hydro-sulfates.*)

Die Hydrothionsäure als Gas wird erhalten, wenn man ein Gemeng aus zwei Theilen Eisenfeile und einen Theil Schwefelpulver mit wenig Wasser zu einem dünnen Teig anrührt und in einem Kolben erwärmt, bis das Wasser den Kochpunkt erreicht, wo sich die Masse alsdann plötzlich erhitzt und schwarz wird; der schwarze Rückstand wird dann mit verdünnter Schwefelsäure übergossen, worauf sich die Hydrothionsäure entwickelt. Siehe den Artikel: Schwefelwasserstoffgas.

Um die hydrothionsauren Salze zu bilden, läfst man das Schwefelwasserstoffgas in die aufgelösten oder in die mit Wasser vermengten Basen streichen, bis das Gas nicht mehr absorbirt wird.

Frisch bereitet sind die Auflösungen der hydrothionsauren Salze in Wasser alle weifs und bestehen aus der directen Verbindung des Schwefelwasserstoffs mit den Basen; letztere können aber durch Hydrothionsäure nicht vollkommen neutralisirt werden.

1) Hydrothionsaures Kali. (*Hydrosulfate de potasse.*)

Es wird gebildet, wenn man in eine wässerige Auflösung von kaustischem Kali so lange hydrothionsaures Gas streichen läfst, bis von dem Gas nichts mehr absorbirt wird. Die gesättigte Flüssigkeit wird bei abgehaltener Luft in einer Retorte bis zur Consistenz eines Syrups abgedampft, aus welcher beim Abkühlen weifse, vier- oder

sechsseitige Prismen mit vier oder sechsseitiger Zuspitzung krystallisiren. Die Krystalle haben einen scharfen, alkalischen, bittern Geschmack; sie werden an der Luft feucht; in Wasser und Weingeist sind sie auflöslich.

2) Hydrothionsaures Natron. (*Hydrosulfate de soude.*)

Es wird auf gleiche Weise wie das hydrothionsaure Kali erhalten, indem man Schwefelwasserstoffgas in eine Natronlauge streichen läfst. Durch Concentriren der Flüssigkeit bei abgehaltener Luft schiefst es aus der abgekühlten Auflösung in weifsen Krystallen an, welche an der Luft zerfliefsen und sich in Weingeist auflösen.

3) Hydrothionsaures Ammonium. (*Hydrosulfate d'ammoniaque.*)

Dieses Salz kann auf trocknem Wege dargestellt werden, wenn man hydrothionsaures Gas und Ammoniakgas zu gleichen Raumtheilen mit einander vermengt. Die Gasarten condensiren sich zu durchsichtigen farblosen Blättchen, welche die Feuchtigkeit aus der Luft anziehen und gelb werden.

Auf nassem Wege kann es bereitet werden, wenn man hydrothionsaures Gas in flüssiges Ammonium streichen läfst.

Von dem schwefelhaltigen hydrothionsauren Ammonium war schon beim Ammonium die Rede.

4) Hydrothionsaurer Baryt. (*Hydrosulfate de Baryte.*)

Wenn man Schwefelbarium, welches durch Glühen eines Gemengs von schwefelsaurem Baryt und Kohle entstanden ist, mit Wasser kocht und die Auflösung noch heifs filtrirt, so krystallisirt beim Abkühlen der Flüssigkeit ein basischer hydrothionsaurer Baryt, welcher ätzend ist, sich in Wasser zu einer farblosen Flüssigkeit auflöst und an der Luft gelb wird.

Läfs man in Baryt, welcher mit Wasser zu einem dünnen Brei angemacht ist, hydrothionsaures Gas streichen,

und wird die Auflösung nach dem Sättigen bei abgehaltener Luft abgedampft, so krystallisiren zuerst beim Abkühlen gelbe Säulen, und aus der Mutterlauge im luftleeren Raume abgedampft entstehen weiſse undurchsichtige Säulen (der neutrale hydrothionsaure Baryt).

An der Luft verwittern die Krystalle und verlieren beim Erhitzen in einer Retorte ihr Krystallwasser. Beim Glühen entwickelt sich Hydrothionsäure, und es bleibt ein dunkelgelbes, basisches Schwefelbarium in Krystallen zurück.

Der hydrothionsaure Strontian wird auf die nämliche Weise wie der hydrothionsaure Baryt dargestellt. Er krystallisirt mit vierseitigen gestreiften Säulen, welche beim Erwärmen in ihrem Krystallwasser schmelzen, beim Glühen einen Antheil Hydrothionsäure verlieren und ein weiſses basisches Schwefelstrontium in Pulvergestalt zurücklassen. (Berzelius.)

5) Hydrothionsaurer Kalk. (*Hydrosulfate de chaux.*)

Wird hydrothionsaures Gas in erwärmte Kalkmilch geleitet und die Flüssigkeit filtrirt, so schieſst aus derselben nach dem Erkalten basischer hydrothionsaurer Kalk in kleinen durchsichtigen Würfeln an. Leitet man hydrothionsaures Gas so lange in Schwefelmilch, bis von dem Gase nichts mehr absorbirt wird, so bildet sich neutraler hydrothionsaurer Kalk, der sich nicht in fester Form darstellen läſst.

Wenn man 2 Theile Kalk in 1 Theil Schwefel mit 20 Theilen Wasser eine Zeit lang kocht und die heiſs filtrirte Flüssigkeit in einem verschlossenen Gefäſse aufbewahrt, so setzen sich nach Fahrer hyacinthrothe durchscheinende sechsseitige Säulen ab, welche basischer hydrothionsaurer Kalk mit Schwefel verbunden sind. Die feuchten Krystalle werden an der Luft weiſs und verwandeln sich in unterschweflichtsauren Kalk.

Dieser schwefelhaltige hydrothionsaure Kalk rde von Herschel, Buchholz und Brandes untersucht. Er besteht aus:

Kalk	1	Atom	28,5	45,2
Schwefel	1	—	16	25,4
Wasserstoff	$\frac{1}{2}$	—	0,5	0,8
Wasser	2	—	18	28,6
			63,0	100

Die hydrothionsauren Salze sind im Allgemeinen vortreffliche Reagentien, um die mit Säure verbundenen Metalloxyde zu entdecken, uud haben in dieser Hinsicht vor den wässerigen Auflösungen der Schwefelleber grofse Vorzüge. Sie unterscheiden sich von letzteren dadurch:

1) dafs sie ungefärbt sind (die Auflösung der Schwefelleber sind gelb oder braun);

2) dafs sie an der Luft gelb werden, indem sich Wasser bildet und der Schwefel in der Flüssigkeit aufgelöst zurückbleibt.

3) dafs die basischen in der Kälte Schwefel auflösen und dadurch eine gelbe Auflösung bilden.

4) Von den Säuren, welche das Schwefelwasserstoffgas nicht zersetzen, wird das hydrothionsaure Gas mit Aufbrausen aus ihnen entwickelt, ohne dafs sich dabei Schwefel niederschlägt.

5) Von der Hydrothionsäure selbst werden sie nicht getrübt, wohl aber wird durch diese aus den Schwefelleber-Auflösungen, wie schon gesagt, Schwefel niedergeschlagen.

6) Mit wenig Chlor vermengt, werden sie so gelb, als wenn sie einige Zeit an der Luft gestanden hätten.

7) Sie sind viel empfindlicher als die Schwefelleber-Auflösungen um Spuren von Metallen zu entdecken. Bringt man zum Beispiel in eine sehr verdünnte Bleizuckerauflösung einige Tropfen von hydrothionsaurem Kali oder Ammonium, so wird ein schwarzer Niederschlag entstehen; mit einer Schwefelleber-Auflösung hingegen wird nur ein gelbbräunlicher Niederschlag hervorgebracht.

Die Auflösungen der hydrothionsauren Salze werden von denjenigen Säuren, welche die Eigenschaft haben, die Hydrothion-Säure selbst zu zersetzen, getrübt, wie z. B. von der salpetrigen Säure, der schweflichten Säure etc.

Berzelius hat eine neue Art von Salzen in diese Classe gebracht, die **kohlenschweflichten** Salze. Sie werden dadurch bereitet, dafs man Schwefelkohlenstoff und Schwefelkalium mit Wasser in einem vollen und verschlossenen Glase bei 30° mehrere Tage digeriren läfst.

Sie haben eine mehr dunkelgelbe Farbe als die Schwefelleber und werden beim Glühen in verschlossenen Gefäfsen zersetzt.

Die Verbindungen des Kohlenschwefels mit den vier Alkalien und mit den vier alkalischen Erden sind in Wasser auflöslich, die andern sind es nicht.

Wird in die Auflösungen derselben Salzsäure gebracht, so scheidet sich ein gelber ölartiger Körper ab, welcher die Verbindung des Schwefelkohlenstoffs mit Schwefelwasserstoff ist.

Diese neue Art Salze ist von **Berzelius** entdeckt worden; von keinem derselben wurde bis jetzt eine Anwendung gemacht.

Xanthogensaure Salze. (*Hydroxantates.*)

Auch diese Verbindungen können in die Classe der Schwefelsalze aufgenommen werden.

Schon bei einer andern Gelegenheit ist erwähnt worden, dafs sich Schwefelkohle und Schwefelwasserstoff unter gewissen Umständen mit Sauerstoff zu einer eigenthümlichen Säure der Xanthogensäure verbinden können. Professor **Zeise** in Copenhagen machte die Entdeckung dieser Säure und ihrer Verbindungen, als er 1 Theil reines Kalihydrat in 12 Theil Weingeist von 0,8 spec. Gewicht auflöste und dazu so lange Schwefelkohle in kleinen Portionen unter stetem Umrühren hinzusetzte, bis die Flüssigkeit nicht mehr alkalisch war, worauf sie allmählich bis unter den Gefrierpunkt abgekühlt wurde, wo dann ein weifses Salz, das xanthogensaure Kali, in Nadeln anschiefst.

Das Salz stellt farblose Krystalle von Perlmutterglanz dar. Sie haben einen kühlenden schwefelartigen Geschmack, werden nach einiger Zeit an der Luft gelb und verwittern; lösen sich leicht in Wasser zu einer farblosen Flüssigkeit

auf, welche die Haut gelb färbt. In Weingeist und Aether sind sie weniger auflöslich als in Wasser. Wird das trockne Salz bei abgehaltener Luft erhitzt, so schmelzt es, wobei sich unter Kochen kohlensaures Gas, hydrothionsaures Gas und Xanthogenöl entwickeln. Es bleibt eine halbrothe Masse in der Retorte, welche an der Luft zerfliefst, nach einiger Zeit braun wird und Schwefelkohlenkalium zu seyn scheint. Wird der braune Rückstand noch länger erhitzt, so wird er schwarzbraun, und es geht nun noch mehr Oel über.

Das xanthogensaure Kali wird bei der gewöhnlichen Temperatur durch Chlor unter Wärme-Entwicklung zersetzt, wobei sich Chlorkalium bildet und ein schwefelhaltendes Gas nebst einem Oel entweicht, welches einen der Salzsäure ähnlichen Geruch hat, und mit grünlicher Flamme brennt. Von der concentrirten Salpetersäure wird das xanthogensaure Kali mit einer solchen Heftigkeit zersetzt, dafs es an einzelnen Stellen in Entzündung geräth; der Schwefel wird dabei in Schwefelsäure verwandelt. Die Schwefelsäure und Salzsäure scheiden aus dem Salze eine ölartige Substanz ab.

Das xanthogensaure Kali besteht nach Zeise aus:

Kali 1 Atom	Kalium	1	Atom	=	39,2	—	26,81
	Sauerstoff	1	„	=	8	—	5,47
Xanthogensäure 1 Atom	Kohlenstoff	4	Atom	=	24	—	16,42
	Schwefel	4	„	=	64	—	43,78
	Wasserstoff	3	„	=	3	—	2,05
	Sauerstoff	1	„	=	8	—	5,47
					146,2		100.

Das xanthogensaure Natron kann auf die nämliche Weise bereitet werden, als das xanthogensaure Kali. Das Salz ist schwach zerfliefslich an der Luft.

Das xanthogensaure Ammonium wird durch Sättigung des kohlensauren Ammoniaks mit Xanthogensäure erhalten. Das Salz ist in Wasser sehr auflöslich und läfst sich unverändert sublimiren.

Die übrigen Verbindungen werden ebenfalls erhalten, wenn man kohlensauren Baryt — Strontian — und Kalk in Xanthogensäure auflöst.

Mineralwasser. (*Eaux minérales.*)

Im strengsten Sinne des Worts könnte man jedes Wasser, welches Stoffe aus dem Mineralreiche aufgelöst enthält, Mineralwasser nennen; allein da auf der Oberfläche der Erde und in den Tiefen derselben fast kein Wasser angetroffen wird, welches nicht einige mineralische Substanzen enthielte, wie z. B. kohlensaures Gas oder Spuren von einigen Salzen und erdigen Bestandtheilen, so hat man vorzugsweise nur diejenigen mit dem Namen von Mineralwasser belegt, von denen man in der Heilkunde Nutzen erwartet, wefshalb man sie auch Gesundbrunnen oder Heilbrunnen zu nennen pflegt.

In Hinsicht auf die Temperatur kann man dieselben in kalte und in warme Quellen eintheilen.

Was die Entstehung der warmen Quellen betrifft, so sind die Meinungen über die Ursache der Wärme sehr verschieden.

Nach Berzelius sollen sie dieselbe von Vulcanen, oder wenn sie sich nicht in der Nähe activer Vulcane befinden, von alten, zwar längst erloschenen, aber noch nicht abgekühlten vulcanischen Massen erhalten; nach der Meinung anderer Chemiker aber von langsam sich zersetzenden schwefelhaltigen Metall-Lagern.

Im ersten Fall enthält das Wasser viel kohlensaures Gas, und im letztern Schwefelwasserstoffgas. Noch andere wollen die Wärme aus der in den Tiefen der Erde vorhandenen, durch ihr eigenes Gewicht verdichteten, und sich durch Ortsveränderung stets neu verdichtenden Luft ableiten.

Diese letztere von dem genialen Döbereiner aufgestellte Idee führte zu der Annahme, dafs selbst die rein vulcanischen Wirkungen und Erscheinungen blofs aus der Bewegung der in den Tiefen der Erde enthaltenen, bis zum Glühen verdichteten Luft entspringen. Allein da die

Temperatur der heifsen Quellen constant ist, und sich seit Jahrhunderten nicht verändert hat, so läfst sich die Ursache der Wärme, selbst durch diese Hypothese keineswegs mit Gewifsheit nachweisen.

Die Temperatur der Quellen zu Aachen, Carlsbald u. s. w. geht von 37 bis 60° R.; die des Geysers auf Island, wo eine Wassersäule von 19 Fufs Durchmesser mit grofser Kraft 100 Fufs hoch getrieben wird, erreicht den Siedepunkt des Wassers.

Struve in Dresden, rühmlichst bekannt durch seine Fabriken künstlicher Minerallwasser, hat durch Versuche dargethan, dafs die Mineralwasser die darin aufgelösten Salze aus den Gebirgsarten, wodurch sie fliefsen, aufnehmen, und dafs diefs insbesondere mit den in den vulcanischen Gebirgsgegenden vorkommenden natronhaltigen Wassern der Fall sey.

Er hat gezeigt, dafs die vulcanischen Gebirgsarten, als Klingstein, Basalt und Porphyr, sowohl Kali als Natron, aber am meisten von letzterem, z. B. 4,9 Kali und 13,8 Natron, enthalten, und zwar in dem Grade, dafs diefs bei Weitem mehr ist, als mit der Vorstellung, dafs diese Gebirgsarten Kali- und Natron-Feldspath enthielten, übereinstimmt.

Struve liefs mit Kohlensäuregas gesättigtes Wasser unter gleichzeitigem Drucke auf Pulver von verschiedenen dieser Gebirgsarten einwirken, und fand, dafs es hauptsächlich kohlensaures Natron und kohlensauren Kalk, dabei aber auch kleine Mengen von Kieselerde, Kochsalz, schwefelsaurem Natron, kohlensaurer Talkerde, und aus Gneis und Granit auch kleine Mengen von schwefelsaurem Kali und Chlorkalium auszog.

Als er das Pulver des bei Bilin vorkommenden Klingsteins mit kohlensäurehaltigem, bei drei Atmosphären Druck gesättigtem Wasser, das also schon als eine verdünnte Säure zu betrachten war, behandelte, erhielt er eine Auflösung, in der die relativen Verhältnisse der aufgelösten Stoffe sehr nahe mit denen übereinkamen, in denen sie sich im Biliner Mineralwasser befinden.

Aufser-

Aufserdem fanden sich in beiden Spuren von Strontianerde, Phosphorsäure und kohlensaurem Mangan. Die böhmischen Basalte von Liebenstein und Padhora geben deutlich die Gegenwart von Lithion, das sich in den nachbarlichen Mineralwassern findet, zu erkennen.

Auf gleiche Weise hat es Struve bewiesen, dafs die Bitterwasser von Püllna und Seidschütz von vulkanischen Gebirgsarten, die zu einer Art mergelähnlicher, mit sehr viel Gyps gemengter Erde zerfallen oder verwittert sind, herrühren. Man bekommt Bitterwasser, wenn man Brunnen in diese Erdschicht gräbt, in denen sich dann ein bittersalzhaltiges Wasser ansammelt.

Dieses Bittersalz ist von der Schwefelsäure des Gypses und der Talkerde der verwitterten Gebirgsart gebildet, wobei vom Wasser ein sehr leichtlösliches Salz das Bittersalz aufgenommen, und eine schwerlöslichere Verbindung, als der Gyps ist, von der zuvor mit der Talkerde verbunden gewesenen Kalkerde mit der Kieselerde und Thonerde gebildet wird.

Nach den vorwaltenden Bestandtheilen theilte man sonst die Mineralwasser in vier Classen: in Säuerlinge, salinische Wasser, in Stahlwasser und hepatische Wasser.

Als Säuerlinge betrachten wir die Wasser von Selter, Geilnau, Faching, Wiesau, Kondrau, Brückenau etc.

Zu den salinischen Wassern werden gezählt die von Seidlitz, Seidschütz, Epsom, die Salzsoolen etc.

Was die Stahlwasser betrifft, so können diese nicht als für sich existirend gedacht werden, indem das Eisen immer nur in kohlensaurem Gase aufgelöst ist, wefshalb dieselben zu den Säuerlingen gezählt werden müssen.

Zu den hepatischen oder Schwefel-Wassern gehören die von Aachen, Nendorf, Hohenstädt etc.

Aus dem obenangeführten Grunde rechnen wir die Stahlwasser zu den Säuerlingen, und nehmen daher nur drei Classen an, nämlich:

1) Säuerlinge, 2) salinische und 3) hepatische Wasser.

Die Säuerlinge werden erkannt an dem säuerlichen Geschmack, an dem Perlwerfen, und dadurch, daſs sie die Lakmustinctur röthen; die geröthete Tinctur wird aber durch das Aufkochen wieder blau, und das daraus entwickelte Gas trübt das Kalkwasser.

Die hepatischen Wasser haben einen eigenthümlichen Geruch nach faulen Eiern, schlagen die Bleisalze schwarz nieder und verlieren diese beiden Eigenschaften zum Theil durch das Aufkochen.

Nachdem man sich durch Reagentien oder vorläufige Versuche von der Gegenwart der Sulfate, der Muriate, der Kalk- und Eisensalze etc. *) überzeugt hat, schreitet man zur eigentlichen Analyse, und zuletzt zur Bestimmung der quantitativen Bestandtheile.

Die Analyse eines einfachen nicht zu complicirten Mineralwassers, kann im Allgemeinen in sechs Operationen eingetheilt werden, welche vorzüglich darin bestehen:

1) Die Gasarten auszumitteln und die Quantität derselben zu bestimmen.

2) Eine genau abgewogene Menge Wasser bis zu einem trocknen Rückstand langsam abzurauchen.

3) Diesen Rückstand wieder mit Wasser zu behandeln, um alle im Wasser auflöslichen Körper aufzunehmen.

4) Die wässerichte Flüssigkeit wieder bis zur Trockne abzurauchen, und den Rückstand, im Fall daſs er zerflieſsliches Salz enthalten sollte, mit warmem Alkohol zu behandeln.

5) Die im Alkohol aufgelösten Substanzen zu prüfen, und endlich

6) auf ähnliche Weise die nur in Wasser auflöslichen Stoffe zu untersuchen.

---

*) Die Gegenwart einer organischen Substanz kann man daran erkennen, daſs das Wasser, wenn es mit salpetersaurem Silber vermengt, von dem Niederschlage abgegossen, und dann der Sonne ausgestellt wird, bald eine weinrothe Farbe annimmt.

1) *Analyse der Gasarten.*

Bestimmung des kohlensauren Gases.

Eine genau gemessene Quantität Wasser muſs in einem Kolben am Quecksilberapparat gekocht werden. Das erhaltene Gas wird in einer graduirten Glocke mit einer Kaliauflösung geschüttelt, welche alles kohlensaure Gas absorbirt. Die hiedurch entstandene Verminderung des Raumes zeigt die Quantität des kohlensauren Gases an. *)

Ammonium mit einer Auflösung von salzsaurem Kalk ver- vermengt, angewendet, gibt zur Bestimmung der Kohlensäure ein unrichtiges Resultat, wenn die Flüssigkeit nach Absorption des Gases nicht bis zum Kochen erhitzt wird.

Bestimmung des hepatischen Gases.

Hier muſs ebenfalls, wie bei der Kohlensäure, eine genau gemessene Quantität Wasser in einem kleinen Glaskolben gekocht, und das Gas über Quecksilber in einer graduirten Glocke aufgefangen werden.

Wenn das Wasser auſser dem Schwefelwasserstoffgas auch kohlensaures Gas enthält, so kann die Kalilauge nicht angewendet werden, weil dadurch beide Gasarten absorbirt werden; auch würde der nämliche Nachtheil bei der Anwendung einer verdünnten Auflösung von essigsaurem Blei entstehen.

Um das Schwefelwasserstoffgas zu absorbiren bringt man unter die graduirte Glocke über Quecksilber kleine getrocknete flache Stücke von phosphorsaurem Blei, welche mittelst Tragantschleim zu einer zusammenhängenden Masse angestoſsen sind, und fährt damit so lange fort, bis diese Stücke nicht mehr schwarz werden, sondern weiſs bleiben.

---

*) Bleibt ein Rückstand von Gas, welcher durch die Kalilauge nicht absorbirt wird, so kann dieser aus atmosphärischer Luft oder aus Stickstoffgas bestehen. Im ersten Fall bringt man in die graduirte Glocke ein Stück Phosphor bis er im Dunkeln nicht mehr darin leuchtet; alsdann ist aller Sauerstoff absorbirt, und es bleibt Stickstoffgas zurück. Leuchtet der Phosphor in dem Gase, was nach der Einwirkung der Kalilauge zurückbleibt, nicht, so ist es als Stickstoffgas zu betrachten.

Ist sehr viel Schwefelwasserstoffgas zu absorbiren, so kann man dazu eine Flüssigkeit, bestehend aus einem Theil essigsaurem Blei in zwei Theilen Wasser aufgelöst und mit einem Theil concentrirter Essigsäure versetzt, anwenden. Das alsdann zurückbleibende kohlensaure Gas kann, wie oben angezeigt, in einer andern graduirten Glocke durch eine Kalilauge absorbirt werden.

Ist das zu untersuchende Wasser sehr arm an Schwefelwasserstoffgas, so bringt man eine gröſsere Menge davon, etwa fünf Maſs in ein hohes Cylinderglas, und versetzt es so lange mit salpetersaurem Silber, bis kein Niederschlag mehr entsteht; der schwarze Niederschlag wird dann mit Ammonium behandelt, um die etwa darin enthaltenen Silbersalze wieder aufzulösen, und nachdem er wiederholt gewaschen und getrocknet ist, wird er gewogen. Hundert Gran von diesem erhaltenen Schwefelsilber sind als ein Aequivalent für 33,2 rheinländische Duodecimalkubikzoll Schwefelwasserstoffgas zu betrachten.

Wenn beide Gasarten in dem Wasser enthalten sind, so kann man dieselben auch noch dadurch bestimmen, daſs man das Wasser langsam erwärmt und die sich entwickelnden Gasarten in ein enges hohes Cylinderglas streichen läſst, welches eine Auflösung von basischem essigsaurem Blei enthält, wodurch beide Gasarten absorbirt, und kohlensaures Blei und Schwefelblei sich bilden werden.

Der gesammte Niederschlag, nachdem er getrocknet und gewogen ist, wird mit Essigsäure behandelt, welche das kohlensaure Blei zersetzt und das Bleioxyd auflöst. Der abermals getrocknete in Essigsäure unauflösliche Rückstand wird wieder gewogen; aus dem Verluste seines Gewichts, vermittelst der Essigsäure, läſst sich auf die Quantität des kohlensauren Bleis schlieſsen, und hieraus die des kohlensauren Gases berechnen, indem 100 Gran kohlensaures Blei 30,47 Kubikzollen kohlensaurem Gas entsprechen, so wie aus der Menge des zurückgebliebenen Schwefelbleis die Quantität des Schwefelwasserstoffgases abzunehmen ist, indem 100 Gran Schwefelblei 33,65 Kubikzoll Schwefelwassertoffgas anzeigen.

Westrumb hatte vorgeschlagen, die beiden Gasarten isolirt zu absorbiren, indem man dieselben in die erste Woulf'sche Flasche, welche essigsaures Blei mit Essigsäure versetzt, enthält, streichen läſst, und dann in eine zweite Flasche, welche mit der ersten in Verbindung steht und Barytwasser enthält.

Das Wasser im Kolben muſs aber so lange kochen, bis das saure essigsaure Blei in der ersten Flasche selbst ins Kochen geräth; in der ersten Flasche bildet sich alsdann Schwefelblei, und in der zweiten kohlensaurer Baryt, von welch letzterem hundert Gran 48 Kubikzoll kohlensaures Gas anzeigen.

Ohne die Vorsicht, das essigsaure Blei bis zum Kochen zu erwärmen, würde sich indessen von diesem Versuche keine genaue Abscheidung der Kohlensäure erwarten lassen. In Fällen, wo die Gasarten nur in geringer Menge vorkommen, ist diese Methode überhaupt nicht anwendbar.

2) *Abscheiden der festen Substanzen.*

Das Abrauchen einer beträchtlichen Menge Wassers von etwa zehn bis zwanzig Pfund, je nachdem es mehr oder weniger feste Substanzen enthält, muſs bei einer nicht völlig bis zum Sieden gesteigerten Wärme in einem silbernen Kessel *) unternommen, und in einer kleinen zuvor genau gewogenen Porzellanschale vollendet werden.

Der scharf getrocknete und gewogene Rückstand von einer bestimmten Quantität Wasser kann nun in vier oder acht gleiche Theile eingetheilt und dann zuerst qualitativ geprüft werden.

Ein Theil desselben wird mit sechs bis acht Theilen Wasser einigemal aufgekocht und aufs Filtrum gebracht, und der im Filtrum bleibende Rückstand mehrmal gewaschen, getrocknet und wieder gewogen.

---

*) Ist das Wasser aber hepatisch, so muſs es in groſsen flachen Porzellanschalen abgedampft werden, weil von einem Schwefelwasser das Silber angegriffen wird.

3) *Behandlung durch Alkohol.*

Die filtrirte wässerige Flüssigkeit wird bis zur Trockne abgeraucht, und der Rückstand, nachdem er fein gerieben, mehrere Male mit starkem Weingeist erwärmt und die geistige Flüssigkeit filtrirt. Diese wird abgeraucht und der Rückstand gewogen; eben so wiegt man den Rückstand, welcher im Weingeist unauflöslich war, wodurch man vorläufig die Quantität der im Wasser auflöslichen, und der im Weingeist auflöslichen Salze kennen lernt.

Die Behandlung des Rückstandes mit Weingeist ist nur dann nothwendig, wenn zerfliefsliche erdige Salze vorhanden sind, was aber bei einem Wasser, welches kohlensaures Natron oder Glaubersalz enthält der Fall nicht seyn kann.

4) *Untersuchung der im Wasser unauflöslichen Stoffe.*

Die Substanzen aus dem abgerauchten Rückstande des Wassers, welche sich im Wasser nicht wieder auflösen, sind gewöhnlich kohlensaure Erden, kohlensaures Eisen, Gyps und Kieselerde.

Mit einem Ueberschufs von verdünnter Salzsäure erwärmt, lösen sich die Carbonate unter Aufbrausen auf. Die etwas saure Flüssigkeit wird, ohne sie zu filtriren, bis zur Trockne abgeraucht, der Rückstand wieder mit wenig Wasser behandelt, und das ganze auf ein Filtrum gebracht, wobei die aufgelösten salzsauren Salze abgeschieden und Gyps oder Kieselerde auf dem Filtrum zurück bleiben.

Die filtrirte Flüssigkeit wird mit etwas Salzsäure versetzt und alsdann mit Ammonium übersättigt, wodurch nun das Eisen abgeschieden wird. Der gewaschene Eisenniederschlag wird geglüht und gewogen; 0,5 Gran desselben repräsentiren 0,73 Gran kohlensauren Eisenoxydul.

War in dem Eisen Thonerde enthalten, so mufs es zuvor in einer silbernen Schale mit einer Kalilauge ausgekocht, alsdann mit Salzsäure übersättigt und mit kohlensaurem Ammonium versetzt werden, wodurch die Thonerde in weifsen Flocken niedergeschlagen wird. Sollte das Eisen auch Mangan enthalten, so müfste es mit Kali vor dem

Löthrohre geschmolzen werden, wodurch es eine grüne Farbe annimmt, welche die geschmolzene Masse auch dem kalten Wasser mittheilt.

Zu der ammoniakalischen vom Eisen abfiltrirten Flüssigkeit wird alsdann kleesaures Ammonium hinzugesetzt, der gewaschene Niederschlag eingeäschert mit einer concentrirten Auflösung von kohlensaurem Ammonium abgeraucht und bis zum angehenden Glühen erhitzt, worauf der kohlensaure Kalk zurückbleibt.

Die Magnesia bleibt dann allein in der Auflösung. Wenn letztere bis zur Trockne abgeraucht, und nun in Wasser wieder aufgelöst wird, so bleibt die kohlensaure Magnesia rein zurück, oder man kann auch gleich die Magnesia durch kohlensaures Natron kochend fällen, die Flüssigkeit bis zur Trockne abrauchen und mit siedendem Wasser aufweichen und alsdann die gewaschene Magnesia glühen, wovon 6 Gran, 12,6 Gran kohlensaure Magnesia repräsentiren.

Um den Gyps von der Kieselerde zu trennen, behandelt man das Gemeng mit basisch-kohlensaurem Kali, wodurch sich kohlensaurer Kalk bildet, den man nun in Salzsäure auflöst; die Kieselerde bleibt dann zurück, und muſs ganz in Kali auflöslich seyn.

5) *Prüfung der in Alkohol auflöslichen Salze.*

Die erdigen salpetersauren und salzsauern Salze, welche aber, wie schon gesagt, in einem kohlensaures Natron haltigen Wasser, nicht vorhanden seyn können, sondern sich gewöhnlich nur in Brunnen und Salzwassern befinden, sind in Weingeist auflöslich; dagegen löst sich nur wenig Kochsalz im kochenden Alkohol auf, und auch dieſs scheidet sich durch das Abkühlen gröſsten Theils wieder aus.

Um nun diese erdigen Salze zu zersetzen, und die geringe Menge Kochsalz davon zu trennen, bringt man in die wässerige Auflösung derselben kohlensaures Ammonium, wodurch kohlensaurer Kalk gefällt wird. Die abgegossene Flüssigkeit wird abgeraucht und der Rückstand geglüht, wodurch die entstandenen Ammoniaksalze sich verflüchtigen; es bleibt daher nur kohlensaure Magnesia mit etwas Koch-

salz zurück. Durch Wasser kann man das Kochsalz nun leicht von Magnesia trennen, und auf diese Weise könnten die Quantitäten des Kochsalzes und der Magnesia bestimmt werden.

Es bleibt also noch übrig die Salpetersäure und die Salzsäure, welche mit einer Basis verbunden waren, zu bestimmen. Hiezu mufs man eine neue Portion der in Alkohol auflöslichen Salze nehmen, sie in Wasser auflösen und salpetersaures Silber hinzufügen; auf diese Art kann durch die Menge des erhaltenen Chlorsilbers die Quantität der Salzsäure ausgemittelt werden.

Von der Gegenwart der salpetersauren Salze kann man sich überhaupt, wie wir schon bei den Nitraten angegeben haben, durch Goldblättchen, durch Indigoauflösung u. s. w. überzeugen. Um aber die Quantität der Salpetersäure zu bestimmen, versetzt man das Nitrat mit einem Ueberschusse von Schwefelsäure und verflüchtigt die Salpetersäure durch Glühen in einem Platintiegel. Aus dem Gewicht des zurückbleibenden Sulfats läfst sich die Menge der Basen berechnen. Der Gehalt der Salpetersäure wird auf diese Weise durch den Verlust gefunden.

6) *Untersuchung der im Wasser auflöslichen und im Alkohol unauflöslichen Stoffe.*

Hierher gehören die meisten Sulfate, Salpeter, Kochsalz, basisches kohlensaures Natron. Alle kommen nie zusammen vor. Am häufigsten findet man beisammen, Glaubersalz, Bittersalz, Kochsalz und kohlensaures Natron, welche unauflöslich in Alkohol sind; aufserdem kann das kohlensaure Natron nicht einmal mit Bittersalz in einer concentrirten Auflösung zusammen existiren.

Wenn die drei eben genannten Salze ohne Bittersalz vorkommen, so kann man das Gemeng mit schwachem Alkohol von 0,875 behandeln, welcher nur das Kochsalz auflöst. Indem man nun auf das kohlensaure und schwefelsaure Natron eine Quantität Essigsäure bringt, so wird das Natron in essigsaures Natron verwandelt, welches sich nach dem Abrauchen in schwachem Weingeist auflöst, wobei das Glaubersalz

zurückbleibt. Das essigsaure Natron läſst beim Calciniren die Quantität des kohlensauren Natrons zurück.

Man kann auch, nachdem die Auflösung mit Baryt zersetzt, und aus der erhaltenen Menge Schwerspath die Quantität des Glaubersalzes bestimmt worden, das essigsaure Natron mit einem Ueberschuſs von Schwefelsäure glühen, das wieder aufgelöste Salz mit Barytsalz zersetzen und durch den gebildeten schwefelsauren Baryt auf die Menge des Natrons schlieſsen, woraus sich die Quantität des kohlensauren Natrons von selbst ergibt.

Im Falle, daſs kein kohlensaures Natron vorhanden wäre, sondern das Gemeng aus Bittersalz, Glaubersalz und Kochsalz bestände, müſste man ebenfalls das Kochsalz zuerst durch Alkohol von 0,875 (22° B.) wegnehmen; alsdann in die Auflösung von Glaubersalz und Bittersalz eine hinreichende Menge salzsauren Baryt bringen; die vom Schwerspath abgegossene Flüssigkeit müſste abgedampft und der Rückstand bis zum Rothglühen erhitzt werden, wodurch die salzsaure Magnesia zersetzt würde; bei der Behandlung mit Wasser wird das sich gebildete Kochsalz aufgelöst und die Magnesia auf dem Filtrum zurückbleiben; man kann auch sogleich die Magnesia durch kohlensaures Kali abscheiden.

Es ist übrigens selten, daſs sich mehr als 10 bis 12 Substanzen in einem Mineralwasser zusammen befinden. Wenn nun das abgerauchte Residuum in 4 bis 8 gleiche Theile getheilt ist, so wird ein Theil, wie schon gesagt, dazu angewendet, die Körper qualitativ kennen zu lernen, und die andern Theile, um sie von einander zu trennen und ihre respectiven Quantitäten zu bestimmen.*)

M u r r a y hat vorgeschlagen, die Mineralwasser nur durch Reagentien zu prüfen und aus den Niederschlägen die Qualität der Stoffe zu bestimmen. Er dampft zu dem Ende das Wasser nur so weit ab, als es seyn kann, ohne daſs sich ein Niederschlag oder Krystalle bilden; die Kohlensäure wird

---

*) Einige Quellen in Italien und Sibirien, welche sich in der Nähe von Vulcanen befinden, enthalten schweflichte Säure, schwefelsaures Ammonium und Salmiak.

dadurch vollkommen entwickelt, und nun bringen die Reagentien häufigere Niederschläge in dem Wasser hervor. Allein dieses von Murray angegebene Verfahren hat in seiner Anwendung manche Unvollkommenheiteu, indem Salpetersäure, Natron und einige andere Stoffe keine Niederschläge hervorbringen.

Mehrere Chemiker haben gegen das vollkommene Abrauchen eines Wassers bis zum trocknen Rückstand erinnert, dafs einige Salze dabei eine gegenseitige Zersetzung erleiden könnten, und defshalb vorgeschlagen, das Mineralwasser im Vacuo der Luftpumpe abzurauchen. Diefs ist aber mit grofsen Schwierigkeiten verbunden, und dennoch würde man in dem Rückstande nicht alle Salze so wiederfinden, wie sie im Wasser aufgelöst seyn möchten.

Viele Salze können nicht neben einander bestehen; so wird z. B. der salzsaure Kalk zersetzt durch Glaubersalz, durch kohlensaures Natron etc.; möglich wäre es indessen, dafs diese Salze in einer grofsen Menge Wasser aufgelöst, sich nicht gegenseitig zersetzten, gewifs geht aber die Zerlegung derselben bei Abrauchen von statten, wobei sich schwefelsaurer Kalk, kohlensaurer Kalk und Kochsalz bilden würden. Da sich nun aber die isolirte Existenz der obigen Salze in einem Wasser nicht mit Zuverlässigkeit nachweisen läfst, so sind wir genöthigt, uns mit der Angabe derjenigen Salze zu begnügen, welche wir in dem trocknen Rückstande eines abgerauchten Wassers finden.

Für die bisher in den Mineralwassern gefundenen Substanzen, (Siehe die Tafel der letzten Vorlesung.)

Berzelius und Wachtmeister haben das Mineralwasser von Ronneby untersucht, wovon wir die Bestandtheile, weil sie hinsichtlich einiger Stoffe so sehr von denen der meisten Mineralwasser abweichen, mittheilen.

In 1000 Theilen dieses Wassers sind enthalten:

Schwefelsaures	Eisenoxydul	1,068
„	Zinkoxydul	0,013
„	Manganoxydul	0,026
Schwefelsaure	Kalkerde	0,370
„	Magnesia	0,171

Ammonium - Alaun	0,212
Natron - Alaun	0,479
Kali - Alaun	0,043
Chlor - Aluminium	0,023
Kieselerde	0,118
	2,523

Nicht immer ist der grofsen Quantität der in einem Wasser enthaltenen Salze die Wirksamkeit eines Mineralwassers zuzuschreiben, denn in diesem Falle müfsten die concentrirten Salzsoolen die wirksamsten seyn. Die Gründe, warum dieses oder jenes Wasser aufserordentliche Wirkungen hervorbringt und doch an aufgelösten Substanzen sehr arm ist, sind noch nicht vollkommen aufgeklärt, wovon uns das warme nur sehr wenige Substanzen enthaltende Wasser in Gastein bei Salzburg ein auffallendes Beispiel gibt. Nur im Allgemeinen darf man behaupten, dafs sich von einem, an Salzen und Gasarten reichhaltigen Wasser, vorzüglich bei kalten Mineralwassern, mehr Heilkräfte erwarten lassen als von einem Wasser, worin wenig oder gar keine Substanzen aufgelöst sind.

Allgemeiner Ueberblick
der
vorkommenden Gegenstände, welche für die Vorlesungen an die Tafel geschrieben werden.

A. Mittlere Geschichte der Chemie vom 12ten Jahrhundert angefangen.

1ste Epoche — der Alchemie. Zeitalter der Araber — der Scholastiker. Vom 15ten Jahrhundert bis Anfang des 16ten.

2te Epoche des Paracelsus, die zwei Drittheile des 16ten Jahrhunderts.

B. Neuere.

3te Epoche des Phlogistons — (Stahl) Lehre vom Brennstoff 1660—1778.

4te Epoche von der antiphlogistischen Chemie — Lehre vom Sauerstoff (Lavoisier) 1778—1811.

5te Epoche von der dualistischen oder Elektrochemie — Berzelius und Davy 1811.

Eintheilung der Chemie.

A. Reine (theoretische oder philosophische).

B. Angewandte, als: a) für Wissenschaften;
1) meteorische, 2) mineralische, 3) vegetabilische, 4) animalische;
b) für Gesundheit — medicinische: 1) polizeiliche, 2) gerichtliche, 3) pharmaceutisch.

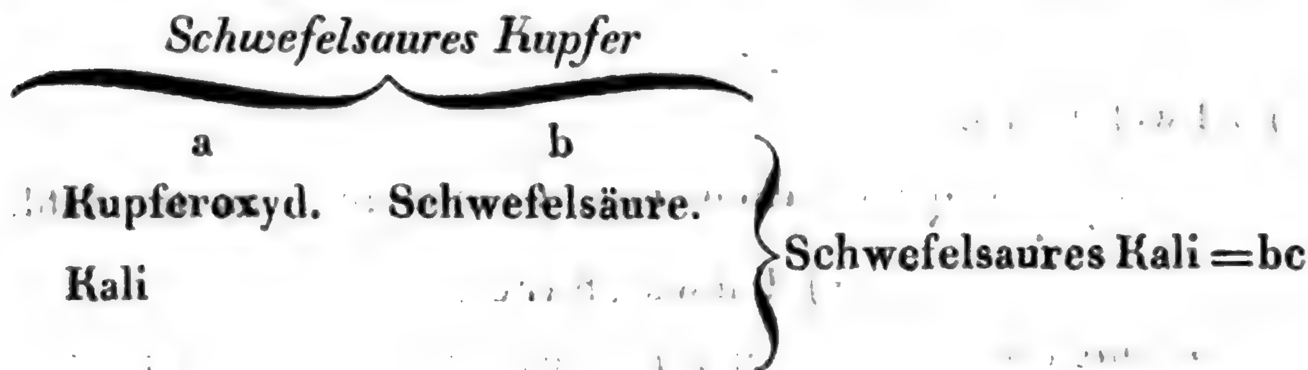
C. Technische: 1) Metallurgie (als Docimacie und Hüttenkunde), 2) Lithurgie (Stein), 3) Hyalurgie (Glas), 4) Phlogurgie (brennbare Körper), 5) Halurgie (Salze, Säuren und Alkalien), 6) Chromurgie (Farben), 7) Zymotechnie (Gährungen etc.)

a) **Homogene** Anziehung: Cohäsion, Aggregation. Das Product ist ein Aggregat; Modificationen derselben sind: Härte, Sprödigkeit, Weichheit, Streckbarkeit, Zähigkeit, Elasticität etc. (Adhäsion, Flächenanziehung.)

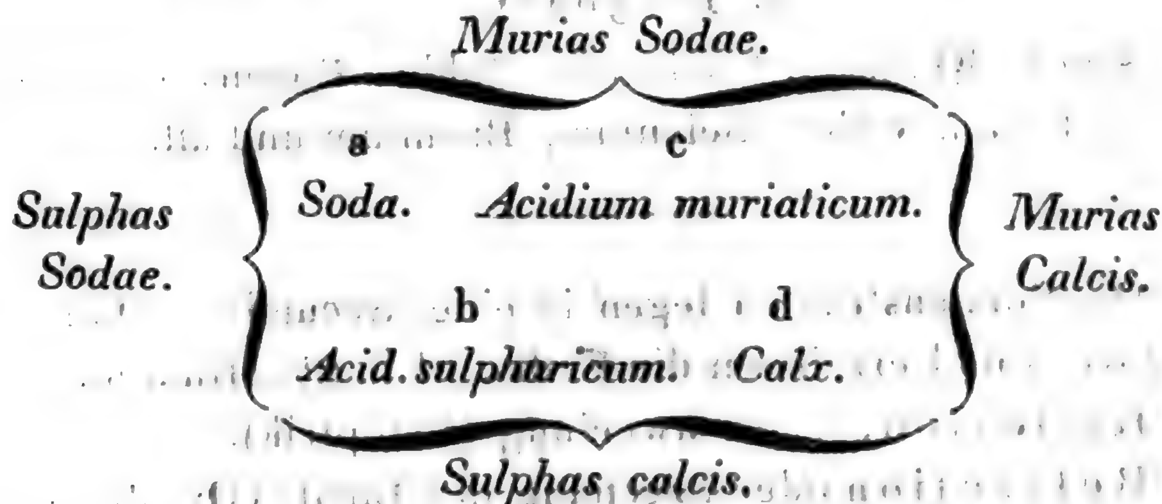
b) **Heterogene** Anziehung — chemische Verwandtschaft — Affinität — Attraction. Das Product ist eine chemische Mischung oder Verbindung; wird modificirt: 1) durch die Massen, 2) Cohäsion, 3) Wärme, 4) elektrischen Zustand, 5) specifisches Gewicht, 6) mechanische Gewalt.



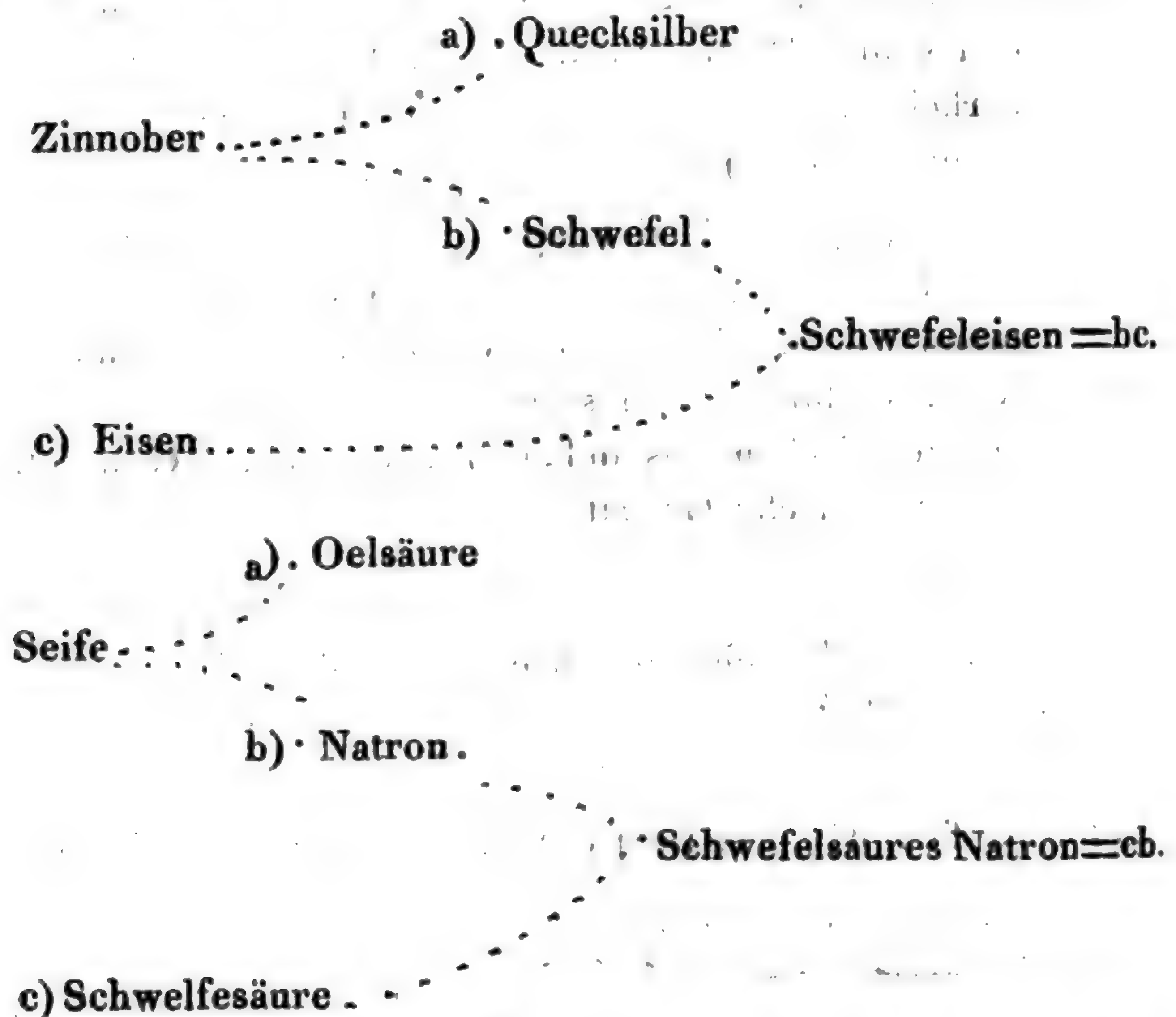
Schema für die einfache Wahlverwandtschaft.



Schema für die doppelte Wahlverwandtschaft.



Analyse durch einfache Wahlverwandtschaft.



Einfache Körper, Elemente, Uranfänge 51 an der Zahl.

1) Unwägbare:

Lichtstoff, Wärme, elektrisches Fluidum, magnetisches Fluidum.

2) Wägbare:

Sauer-, Wasser-, Stickstoff, Kohle, Boron, Phosphor, Schwefel, Jod, Chlor, Selenium, Bromium und alle Metalle.

Die Sonnenstrahlen legen in einer Secunde 40,000 Meilen zurück und erreichen die Erdkugel in 8¼ Minuten.

Reflexion, Zurückwerfung (Katoptrik).

Refraction oder Brechung des Lichts (Dioptrik).

Eine schwarze Fläche absorbirt fast alles Licht und erwärmt sich, dann folgen in der Erwärmung: violett, blau, grün, gelb und roth; der violette Strahl wirkt am meisten chemisch, der rothe erwärmt am meisten. Quellen des

Lichts: Sonne, Verbrennen, Erwärmung bis zum Glühen, Stoſs, Reibung, Verwesung, Lebensproceſs, Elektricität.

1 Grad R. = $2^1/_4$° Fahr. = $1^1/_4$ Celsius.
1 „ Fahr. = $^4/_9$° R. = $^5/_9$ Cels.
1 „ Cels. = $1^4/_5$° Fahr. = $^4/_5$ R.
oder 5° C. = 4° R. = 9° Fahr.

Lineare Ausdehnung von 0 bis 80° R.

Glas $^1/_{1148}$, Guſseisen $^1/_{901}$, Eisendraht $^1/_{812}$, Kupfer $^1/_{581}$, Messing $^1/_{532}$, Silber $^1/_{524}$, Blei $^1/_{351}$.

Räumliche Ausdehnung von 0 bis 80° R.

Quecksilber $^1/_{54}$, Wasser $^4/_{100}$, Schwefelsäure $^1/_{17}$, Aether und Terpentinöl $^1/_{14}$, Fette Oele $^1/_{12}$, Weingeist und Salpetersäure $^1/_9$.

Die Ausdehnung aller Gasarten und Dämpfe ist gleichförmig. Sie dehnen sich aus von 0 bis 80° R. um 137,5 ihres Umfanges.

Wärmeleitungs-Vermögen.

Gold	1000
Platin	981
Silber	973
Kupfer	898
Eisen	374
Zink	363
Zinn	303
Blei	179
Marmor	23
Porzellan	12
Ziegel	11

Es schmelzen:

Talg	bei +	27°	R.
Wallrath	„	36	„
Gelbes Wachs	„	49	„
Weiſses Wachs	„	55	„
Schwefel	„	90	„
Jod	„	140	„
Zinn	„	183	„
Blei	„	260	„

Es kochen:

Salzäther	bei +	10°	R.
Schwefeläther	„	30	„
Weingeist	„	64	„
Wasser	„	80	„
Salzwasser	„	87	„
Schwefelsäure	„	247	„
Leinöl	„	252	„
Quecksilber	„	282	„

Abkühlung wird hervorgebracht:
1) durch Flüssigwerden fester Körper;
2) durch schnelles Verdampfen der Flüssigkeiten;
3) durch Ausstrahlen des Wärmestoffs aus den Körpern.

Operationen mit Hülfe des Wärmestoffs.

Austrocknen (*Siccation*)
Rösten (*Torrefaction*)
Einäscherung (*Incineration*)
Schmelzen (*Fusion*)
Verglasen (*Vitrification*)
Verflüchtigen (*Volatilisation*)
Sublimiren (*Sublimation*).

Eigenthümliche oder specifische Wärme.
Capacität des Wassers = 1000.
" " Quecksilbers = 0,033

Die Elektricität wird hervorgebracht:
1) durch Reibung zweier Körper;
2) durch Berührung gewisser Körper; galvanische oder Contactelektricität;
3) durch Veränderung der Temperatur;
4) durch eigene Organe gewisser Thiere.

G a s a r t e n.

a) Einfache: Sauerstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff-, Chlor-Gas.

b) Zusammengesetzte: Kohlenwasserstoff-, Phosphorwasserstoff-, Schwefelwasserstoff-, Kohlenoxyd-, Phosgen-, Stickstoff-Kohlen-, oxydirtes Stick-, salpeter-, kohlensaures, schweflichtsaures, salzsaures, flufssaures, flufsboronsaures, kieselflufssaures, hydriodsaures, Ammoniak-, Kaliumwasserstoff-, Arsenikwasserstoff-, Tellurwasserstoff-Gas.

S a u e r s t o f f g a s.

Mittel zur Ausscheidung, Wärme, Licht, Elektricität, Säuren, Lebenskraft der Pflanzen. Spec. Gew. die Luft zu 1,000, ist = 1,102. 100 Cubikzoll wiegen 50 Gran; Strahlenbrechung = 0,861.

Durch

Durch Glühen liefert an Gewicht:

reines Manganoxyd	0,12	Sauerstoffgas.
Manganoxydhydrat	0,03	„
rothes Quecksilberoxyd	0,08	„
chlorsaures Kali	0,39	„

Durch Erhitzen mit concentrirter Schwefelsäure liefert:

Manganoxyd	0,18	Sauerstoff.
Manganoxydhydrat	0,09	„

Brennbare Körper.

1) Azot oder Stickstoff	gasartig.
2) Wasserstoff oder Hydrogen	
3) Chlor	
4) Kohle	fest.
5) Boron	
6) Phosphor	
7) Schwefel	
8) Selen	
9) Jod	
10) Brom	flüssig.

Azot, Stickgas oder Stickstoffgas.

Spec. Gew. zur Luft = 0,976. Strahlenbrechung zur Luft = 1,034.

Wasserstoffgas. (Hydrogengas.)

Spec. Gew. zur Luft = 0,068, etwa 14mal leichter als die Luft, 10,000 mal leichter als Wasser. Die Strahlenbrechung desselben ist 6½ mal stärker als die der Luft oder = 6,614, die der Luft = 1,000.

Ein Taffetballon von 20 Fuſs Durchmesser enthält 4190 Cubikfuſs Wasserstoffgas und trägt auſser dem Ballon 255 Pfund. Jeder Cubikfuſs Gas erfordert 6 Unzen Eisen, 6 Unzen concentrirte Schwefelsäure und 24 bis 30 Unzen Wasser.

Chlorgas. (Oxydirt salzsaures Gas.)

Spec. Gew. zur Luft = 2,470; oder 100 Cubikzoll wiegen 82 Gran. Ein Vol. Wasser bei 15° R. löst 1½ Vol. Chlorgas auf, das Wasser bei 0° R. beinahe 2 Vol.

Mangan	2 Theile	
Kochsalz	3 „	
concentrirte Schwefelsäure	3 Theile,	Wasser 3 Thl.

Diamant.

Spec. Gew. zum Wasser = 3,530. Strahlenbrechung zur Luft = 3,196.

Kohle aus Kork	spec. Gew.	=	0,100
„ „ Tannenholz	„ „	=	0,600
„ „ Weingeist	„ „	=	2,100

Kohlenoxydgas.

Spec. Gew. zur Luft = 0,967.

Besteht aus:

Kohlenstoff	1 Atom	6	43
Sauerstoff	1 „	8	57
			100

100 Vol. Kohlenoxydgas erfordern zum Verbrennen 50 Vol. Sauerstoffgas, wodurch 100 Vol. kohlensaures Gas entstehen.

Protokohlenwasserstoffgas.

Spec. Gew. zur Luft = 0,570. Strahlenbrechung = 2,092; ein Vol. Gas erfordert zum gänzlichen Verbrennen 2 Vol. Sauerstoffgas.

Besteht aus 74 Kohle und 26 Wasserstoff.

Deutokohlenwasserstoffgas. (Oelgas.)

Spec. Gew. = 0,985. Strahlenbrechung = 1,818. Besteht aus Kohle 85 und Wasserstoff 15.

Ein Volumen Gas erfordert zum gänzlichen Verbrennen 3 Vol. Sauerstoffgas.

Kohlenstickstoffgas. (Cyangas.)

Blaustoff.

Farbenloses Gas. Spec. Gew. = 1,806. Enthält:

Kohle	45,94
Stickstoff	54,06

Ein Volumen frisch ausgeglühte Kohle von Buxbaum holz absorbirt:

Ammoniakgas	90	Volumina
Salzsaures Gas	85	„
Schweflichsaures Gas	65	„
Schwefelwasserstoffgas	55	„
Kohlensaures Gas	35	„
Sauerstoffgas	9,25	„
Stickstoffgas	7,50	„
Wasserstoffgas	1,75	„

Die Absorption hängt ab:

1) von der Temperatur,
2) vom Druck der Atmosphäre,
3) von der Natur des Gases,
4) „ „ „ der absorbisenden Körper,
5) „ „ Zahl der Poren,
6) vom Durchmesser der Poren,
7) „ Vacuum der Poren.

Boron.

Entdeckt von Gay-Lussac 1808; nur in der Boraxsäure vorkommend; dunkelbraunes Pulver, weder schmelzbar noch flüchtig.

Phosphor.

Entdeckt 1669 von Brandt und Kunkel. Spec. Gew. zum Wasser = 1,770, entzündet sich in freier Luft aufgehangen bei 30° R.; wird flüssig bei 36° R.; verflüchtigt sich langsam bei 81° R. und kocht 232° R.

Protophosphorwasserstoffgas.

Spec. Gew. = 1,214; wird durch schwefelsaures Kupfer und durch Sublimat zersetzt. 1 Vol. Gas ist in 8 Vol. Wasser auflöslich; enthält:

Phosphor	83,3
Wasserstoff	16,7

(Davy.)

Deutophosphorwasserstoffgas.

Entdeckt 1783 von Gengembre und Kirwan. Spec. Gew. zur Luft = 1,761 nach Dumas. Ein Vol. Gas ist in

4 Vol. Wasser auflöslich. Entzündet sich von selbst an der Luft, wodurch sich ein weifser Dampf aus Phosphorsäure und Wasser bildet.

Selenium. (Selen.)

Von Berzelius 1818 in einigen Schwefelmetallen entdeckt. Spec. Gew. = 4,320; schmelzbar bei 83° R. Der oxydirte Dampf hat einen Rettiggeruch. Leitet weder Wärme noch Elektricität.

Jodine. (Jod.)

Entdeckt 1813 zu Paris von Courtois. Spec. Gew. zum Wasser = 4,946. Bei 85° R. schmelzbar. Wird zu purpurrothem Dampf bei 144° R. In 7000 Theilen Wasser auflöslich. Der Dampf ist 8,619 mal schwerer als die Luft.

Schwefel.

Spec. Gew. zum Wasser = 1,980; das des natürlichen krystallisirten = 2,033; schmilzt bei 86° R., kocht bei 239° R.

Schwefelwasserstoffgas.

Spec. Gew. = 1,191. 1 Vol. Wasser löst 2½ Vol. Gas auf. Besteht aus:

Schwefel	94
Wasserstoff	6
	100

Schwefelkohle.

Entdeckt von Lampadius. Spec. Gew. zum Wasser = 1,272. Kocht bei 34° R.

1000	Gran	lösen	auf	1856	Gran	Phosphor.
„	„	„	„	209	„	Schwefel.
„	„	„	„	250	„	Jodine.
„	„	„	„	4000	„	Kampher.

Besteht aus:

Schwefel	85
Kohle	15
	100

B r o m.

Entdeckt im Seewasser 1826 von Ballard. Eine schwarzrothe Flüssigkeit. Spec. Gew. = 2,966. Erstarrt bei — 14° R. Kocht bei + 37° R.

Die Luft bei 10° R. ist 770 mal leichter als das Wasser. Nach Prout wiegen 100 Cubikzoll bei 12° R. und bei 30 englischen Zollen Barometerstand 31 Gran. Ein Cubikfuſs Luft wiegt 615 Gran. Ein Quadratfuſs der Erde trägt bei 28 Zoll Barometerstand 2216 Pfd. Die Luft von 0 bis 80° R. erwärmt, wird über ein Drittheil ihres Volumens ausgedehnt; oder 100 Cubikzoll Luft bei 0 nehmen bis 80° R. erwärmt einen Raum von 137,5 Cubikzollen ein.

Der Schall verbreitet sich in einer Secunde 1000 Pariser Fuſs.

Mittelstand des Barometers.

	Zoll.	Linien.
Meeresfläche	28	2,2
Holland	28	2
Paris	27	8
München	26	5,3
Clausthal	16	2
Peiſsenberg	24	11,7
Wendelstein	22	9
St. Gotthard	21	6
St. Bernhard	20	9
Chimborasso	14	2

Himalaya in Ostindien 25,000 Fuſs über der Meeresfläche nach Herbort.

Die Luft besteht aus:

Sauerstoffgas	21	= 210
Stickstoffgas	$78^{99}/_{1000}$	= 789
Kohlensaures Gas	$^{1}/_{1000}$	= 1
	100	1000

Wasser, Wärme und elektrisches Fluidum in sehr veränderlichen Verhältnissen.

Wenn 100 Vol. Luft mit 100 Vol. Wasserstoffgas im Eudiometer verbrannt werden, so verschwinden 63 Vol.,

bestehend aus 21 Sauerstoff- und 42 Wasserstoffgas. Es bleibt ein Rückstand von 137, bestehend aus 79 Stickgas und 58 Wasserstoffgas.

		Spec. Gew.
Kohlensaures Gas	=	1,519
Sauerstoffgas	=	1,103
Stickstoffgas	=	0,969
Wasserdämpfe	=	0,623

Der Mensch consumirt in einer Minute oder in 20 Athemzügen 27,5 Cubikzoll Sauerstoffgas; die in einer Minute ausgeathmete Luft, enthält beinahe 27 Cubikzoll kohlensaures Gas.

Das Wasser bei 10 R. ist 770 mal schwerer als Luft. Ein rheinl. Cubikfuſs Wasser wiegt bei 8° R. 70 Pfd. und 223 Gran franz. Gewicht. Ein Cubikzoll wiegt 288 Gran, oder 1 Loth und 48 Gran. Ein Cubikcentimeter Wasser bei + 3,5° R. wiegt ein Gramm = 16 Gran. Das Maximum der Dichtigkeit des Wassers findet statt bei + 3,5° R.

Strahlenbrechungsvermögen zur Luft = 1,722.

Das Wasser besteht dem Gewichte nach aus:

Sauerstoff	88,9
Wasserstoff	11,1
	100

Zur Bildung des Wassers werden erfordert:

Wasserstoffgas	2 Volum:
Sauerstoffgas	1 „

Wird zersetzt durch Elektricität, durch einige Metalle und brennbare Körper.

Die Tension oder Spannung (Espansionskraft) der Flüssigkeiten hängt ab: 1) vom Raume, 2) von der Temperatur, 3) von der chemischen Natur der Flüssigkeiten.

Die Tension des Wassers beträgt bei 15° R., ½ Zoll. Das Wasser vermehrt sein Volumen um 1700, wenn es in Dampf übergeht; oder ein Cubikzoll Wasser kann wenigstens einen Cubikfuſs Dampf horvorbringen.

Spec. Gew. zur Luft:	Wasserdampf	= 0,623
„ „ „ „	Weingeistdampf	= 1,613
„ „ „ „	Aetherdampf	= 2,586

Eis. Spec. Gew. zum Wasser = 0,950.

Die im Wasser enthaltene Luft besteht aus 32 Sauerstoffgas und 68 Stickgas.

Die Verbindung des Wassers und einer Gasart wird aufgehoben:

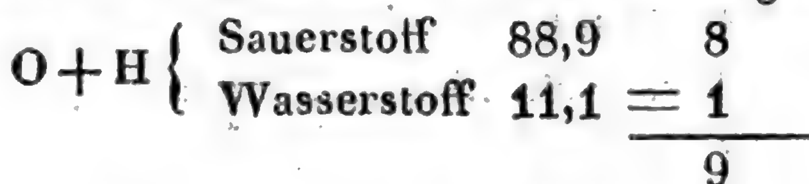
1) durch Luftverdünnung,
2) „ Temperaturerhöhung,
3) „ andere Gasarten,
4) „ auflösliche Substanzen,
5) „ das Gefrieren.

Hydrostatisches Princip.

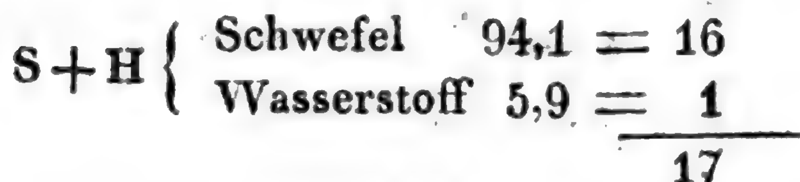
Ein fester Körper in Wasser getaucht verliert so viel von seinem Gewicht, als ein ihm gleiches Volumen Wasser wiegt.

Wasserstoffhyperoxyd. (Oxydirtes Wasser.)

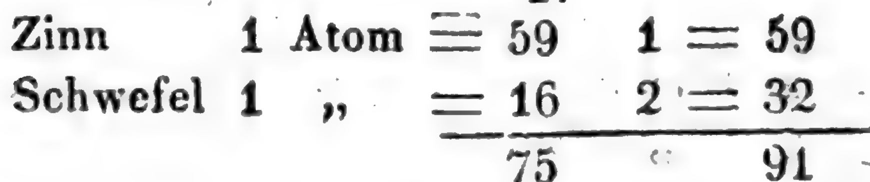
Spec. Gew. = 1,450. Wird durch Erwärmen zersetzt. Bleicht und zerstört alle Pflanzenfarben, und macht das schwarze Schwefelblei weifs. Mit Mangan vermengt, entwickelt es 850 mal sein Vol. Sauerstoffgas.



O + H	Sauerstoff	88,9	8
	Wasserstoff	11,1	= 1
			9



S + H	Schwefel	94,1	= 16
	Wasserstoff	5,9	= 1
			17



Zinn	1 Atom	= 59	1	= 59
Schwefel	1 „	= 16	2	= 32
		75		91

Sauerstoff 8 (1 Atom) Blei 104 (1 Atom) = 112 Bleiprotoxyd.
„ 12 (1½ „) „ 104 (1 „) = 116 Bleideutoxyd.
„ 16 (2 „) „ 104 (1 „) = 120 Bleiperoxyd.

Kohlenoxyd $C + O$ oder CO.

Kohlensäure $C + {}^2O$ oder CO^2; $C + O^2$; oder $\overset{''}{C}$.

Schwefelsäure $S + {}^3O$ oder SO^3; $S + O^3$; oder $\overset{'''}{S}$.

Salpetersäure $A + {}^5O$.

Ammonium $A + {}^3H$; AH^3; oder $\underset{'''}{A}$.

Doppelt kohlensaures Kali = $(K + O) + 2 (C + {}^{2}O) + (H + O)$.

Kohlensaures Gas. (Fixe Luft.)

Spec. Gew. zur Luft = 1,524. Ein Vol. Wasser bei 10° R. absorbirt 1 Vol. Gas.

Die Kohlensäure besteht aus:

Kohlenstoff	1 Atom		6	27
Sauerstoff	2	„	16	73
			22	100

Salpetersäure oder Azotsäure.

Spec. Gew. = 1,510; das des Scheidewassers 1,200. Die Säure von 1,420 Eigenschwere kocht bei 98° R.

Wasserfreie Salpetersäure besteht aus:

Stickstoff	1 Atom		14	25,9
Sauerstoff	5	„	40	74,1

oder nach Raumtheilen aus:

100 Vol. Stickgas
250 „ Stauerstoffgas.
oder aus: 200 „ Salpetergas.
150 „ Sauerstoffgas.

Enthält 16 pCt. Wasser chemisch gebunden.

Salpetrichte Säure.

Stickstoff	1 Atom		14	30,4
Sauerstoff	4	„	32	69,6
			46	100

oder: 100 Vol. Stickstoffgas.
200 „ Sauerstoffgas.
oder: Salpetergas 200 Vol.
Sauerstoffgas 100 „

Oxydirtes Stickgas. (Salpetergas. Stickstoffdeutoxyd.)

Spec. Gew. = 1,041.

Stickstoff	1 Atom		14	46,67
Sauerstoff	2	„	16	53,33

Oxydulirtes Stickgas. (Stickstoffprotoxyd.)

Spec. Gewicht 1,520.

Stickstoff	1 Atom	=	14 —	63,6
Sauerstoff	1 „	=	8 —	36,4
			22	100.

100 Vol. Wasser lösen 75 Vol. Gas auf.

Verglaste Phosphorsäure.

Spec. Gew. = 2,876; das der zerflossenen Säure — 2,417.
Die wasserfreie Säure enthält:

Phosphor	1 Atom	=	16 —	44,44
Sauerstoff	2½ „	=	20 —	55,56
			36	100.

Das verglaste Hydrat besteht aus:

Phosphorsäure	1 Atom	=	36 —	80.
Wasser	1 „	=	9 —	20.
			45	100.

Phosphorichte Säure.

Besteht aus Phosphor	1 Atom	=	16 —	57,14.
Sauerstoff	1½ „	=	12 —	42,86.
			28	100.

Trockne Schwefelsäure.

Besteht aus: Schwefel	1 Atom		16 —	40.
Sauerstoff	3 „	=	24 —	60.
			40	100.

Liquide Schwefelsäure.

Enthält Schwefelsäure	1 Atom	=	40 —	81,63.
Wasser	1 „	=	9 —	18,37.
			49	100.

Englische Schwefelsäure.

Spec. Gewicht = 1,850; die Schwefelsäure kocht bei 261° R. Die englische Schwefelsäure friert bei — 25° R.; mit 2 Atomen Wasser bei + 4° R.; die deutsche Schwefelsäure friert bei — 12° R. Bei der Weifsglühhitze wird sie

zerlegt in 2 Vol. schwefelichtsaures Gas und in 1 Vol. Sauerstoffgas.

Unterschwefelsäure.

Schwefel	1 Atom	=	16 —	44.
Sauerstoff	2½ „	=	20 —	56.
			36	100.

Schwefelichte Säure.

Schwefel	1 Atom	=	16 —	50.
Sauerstoff	2 „	=	16 —	50.
			32	100.

Unterschwefelichte Säure.

Schwefel	1 Atom	=	16 —	67.
Sauerstoff	1 „	=	8 —	33.

Schwefelichtsaures Gas.

Spec. Gewicht = 2,222.

Wasserfreie schwefelichte Säure bei —20° C. flüssig; spec. Gewicht 1,450. Kocht bei — 10 Grad. Durch ihre Verflüchtigung gefriert Quecksilber; einige Gasarten werden dadurch flüssig.

Ein Vol. Wasser löst 37 Vol. Gas auf, und diese flüssige Säure hat ein spec. Gewicht = 1,040.

Ein Vol. Weingeist kann 115 Vol. Gas auflösen.

Boraxsäure.

Boron	1 Atom	=	20 —	39,41.
Sauerstoff	6 „	=	48 —	70,59.
			68	100.

Das spec. Gewicht der verglasten Säure = 1,880.

Krystallisirte Säure enthält:

Boraxsäure	1 Atom	=	68 —	55,74.
Wasser	6 „	=	54 —	44,26.
			122	100.

Getrocknete Säure oder Hydrat.

Boraxsäure	1 Atom	=	68 —	71,58.
Wasser	3 „	=	27 —	28,42.
			95	100.

Flufssäure.

Löst Kieselerde auf und greift das Glas an.

Flufsboronsäure.

Greift das Glas nicht an. Ein Vol. Wasser löst 700 Vol. von diesem Gas auf.

Chloroxyd oder Euchlorine.

Dunkelgelbes Gas.

Chlorsäure } weifse Flüssigkeiten, die nicht bleichen.
Oxydirte Chlorsäure

Jodsäure.

Greift fast alle Metalle an; selbst Gold und Platin. Wird durch Hitze in Jod und Sauerstoff zerlegt; enthält:

Jod	1 Atom	=	125	—	76.
Sauerstoff	5 „	=	40	—	24.
			165		100.

Hydrojodsäures Gas.

Spec. Gewicht = 4,428. Ist die schwerste aller Gasarten. Besteht aus:

Jod	1 Atom	=	125	—	99,2.
Wasserstoff	1 „	=	1	—	0,8.
			126		100.

Hydrochlorsäure oder Salzsäure.

Besteht aus:	Chlor	1 Atom	=	35,4	—	97,25.
	Wasserstoff	1 „	=	1	—	2,75.
				36,4		100.

Gas spec. Gewicht = 1,256; besteht aus gleichen Vol. Chlor- und Wasserstoff-Gas.

Ein Vol. Wasser kann 480 Vol. Gas auflösen.

Ein Pfund Wasser mit dem Gas gesättigt, gibt 1³/₄ Pfd. flüssige Säure; deren spec. Gewicht = 1,210.

Hydrobromsäure.

Ein farbloses permanentes Gas. Enthält:

Brom	1 Atom	=	75,76	—	98,69.
Wasserstoff	1 „	=	1,00	—	1,31.
			76,76		100.

Hydroselensäure.

Das Gas färbt die Haut braun; die aufgelöste Säure setzt an der Luft ein rothes Pulver ab.

Selen	1 Atom	=	40	—	97,4.
Wasserstoff	1 „	=	1	—	2,6.
			41		100.

Salzbasen.

1) **Eigentliche Erden**: Kiesel-, Thon-, Zircon-, Beryll oder Glycin-, Ytter- und Thorin-Erde.

2) **Alkalische Erden**: Magnesia, Kalk, Baryt und Strontian.

3) **Alkalien**: Kali, Natron oder Soda, Lithion, Ammonium.

Kieselerde.

Silicium	1 Atom	=	8	—	50.
Sauerstoff	1 „	=	8	—	50.

Läfst das Wasser durchfiltriren; gibt mit den fixen Alkalien Glas.

Thonerde.

Verbindet sich mit dem Wasser zu einer plastischen Mass .

1) Gemeine Thonwaare ohne Glasur.
2) — — mit durchsichtiger lasur.
3) Fayence mit undurchsichtiger Glasur.
4) Steingut.
5) Porzellan.

Magnesia.

Löst sich in 5142 Theilen Wasser auf. Ist in Alkalien unauflöslich. 1 Theil schwefelsaure Magnesia in 6 Theilen Wasser und 1 Theil kohlensaures Kali in 4 Thl. Wasser gelöst, und kochend vermengt.

Kalk.

Spec. Gewicht = 2,300. Löst sich in 752 Theilen kaltem und in 1280 kochendem Wasser auf. Das Kalkhydrat enthält:

Kalk	1 Atom	=	28,5	—	76.
Wasser	1 „	=	9	—	24.
			37,5		100.

Kalkchlorid.

Enthält: Kalk 3 Theile.
Wasser 2 „
Festes Chlor 1 „

1 Pfd. Kalkchlorid enthält 100 Maſs Chlorgas condensirt.

Baryt.

Unschmelzbar. Spec. Gewicht = 4. In 200 Theil Wasser auflöslich; enthält: Barium 1 Atom = 68,6 — 89,56.
Sauerstoff 1 „ = 8 — 10,44.
76,6 100.

Barythydrat.

Schmelzbar. In 48 Thl. kaltem und in 2 Thl. kochendem Wasser auflöslich; enthält:

Baryt 1 Atom = 76,6 89,5.
Wasser 1 „ = 9 = 10,5.
85,6 100.

Strontian.

Das Hydrat ist in 52 Theilen kaltem und in 2 Theilen kochendem Wasser löslich.

Kali.

100 Theile concentrirter Schwefelsäure entsprechen 95 Theilen reinem Kali.

1000 Theile Pottasche enthalten nach Vauquelin:

Pottasche.	Reines Kali.	Schwefelsaures Kali.	Salzsaures Kali.	Unauflöslicher Rückstand.	Kohlensäure und Wasser.
Americanische	743	133	17	1	103
Russische	670	56	4	48	220
Aus Weinhefen	654	69	3	5	267
Triersche	625	143	38	20	172
Danziger	523	131	12	68	263
Vogeser	385	128	442	9	13

Das Kalihydrat enthält:

Kali 1 Atom = 47,2 — 84.
Wasser 1 „ = 9 — 16.
56,2 100.

löst sich in dem dritten Theil seines Gewichts Wasser auf.

Kali besteht aus Kalium	1	Atom	=	39,2	— 83.
Sauerstoff	1	„	=	8	— 17.
				47,2	100.

Specifisches Gewicht = 0,865.

Mainzer Fluſs oder Straſs.

Quarz	6 Unzen	
Minium	9 „	2 Quentchen.
Weinsteinkali	3 „	3 „
Boraxsäure		3 „

Natrium.

Specifisches Gewicht = 0,972.

Natriumoxyd.

Besteht aus: Natrium	1	Atom	=	23,3	— 74,4.
Sauerstoff	1	„	=	8	— 25,6.
				31,3	100.

Natronhydrat.

Enthält Natron	1	Atom	=	31,3	— 78.
Wasser	1	„	=	9	22.
				40,3	100.

Künstliches Ultramarin.

Wasserfreie Kieselerde 72

„ Thonerde 70.

Natronlauge.

Wasserfreies Natron 1 Theil

Schwefel 2 „

Lithion.

Entdeckt von Arfvedson 1817.

Lithium	1	Atom	=	8	— 50.
Sauerstoff	1	„	=	8	— 50.

Ammoniakgas.

Spec. Gew. = 0,591. Strahlenbrechung = 2,168. Ein Vol. Wasser von 12 Gr. R. löst 430 Vol. Gas auf. 2 Pfund Wasser mit Gas gesättigt, geben beinahe 3 Pfd. flüssiges Ammonium.

Spec. Gew. des flüssigen Ammoniums zum Wasser = 0,910.

Wasser bei 0 absorbirt sein 880faches Vol. Gas; spec. Gewicht = 0,875.

Das Gas besteht dem Gewicht nach aus:

Stickstoff	1 Atom	=	14	— 82.
Wasserstoff	3 „	=	3	— 18.
			17	100.

Oder dem Vol. nach aus:

25 Stickstoffgas.
75 Wasserstoffgas.

Die Sättigungs-Capacität der Schwefelsäure ist 20; das heifst, eine Basis, welche 100 Theile Schwefelsäure neutralisirt mufs 20 pr. C. Sauerstoff enthalten. In den neutralen Sulfaten enthält die Säure dreimal, in den sauren sechsmal so viel Sauerstoff als die Basis.

100 Theile Schwefelsäure werden neutralisirt

durch:	191	Baryt.
„	129,2	Strontian.
„	117,7	Kali.
„	77	Natron.
„	71,05	Kalk.
„	42,85	Ammonium.
„	51,5	Magnesia.

Schwefelsaurer Baryt besteht aus:	Säure 34	Basis 66	Wasser 0.
„ Strontian „ „	„ 44	„ 56	„ 0.
Schwefelsaures Kali „ „	„ 46	„ 54	„ 0.
„ Natron „ „	„ 24,8	„ 19,4	„ 55,8.

100 Theile Wasser lösen bei	0°	12	Theile Glaubersalz auf.
„ „ „ „ „	18°	48	„ „ „
„ „ „ „ „	25°	100	„ „ „
„ „ „ „ „	33°	320	„ „ „
„ „ „ „ „	50°	262	„ „ „

Schwefelsaurer Kalk enthält:	Säure 46,	Basis 33,	Wasser 21.
Schwefelsaure Magnesia „	„ 32,	„ 17,	„ 51.

Alaun.

Schwefelsäure 34, Thonerde 11, Kali 10, Wasser 45.

Oder:

schwefelsaure Thonerde 37, schwefelsaures Kali 18, Wasser 45.

Der Alaun löst sich in 18⅓ kaltem und in ¾ kochendem Wasser auf.

Natronalaun.

Säure 34, Thonerde 11, Natron 7, Wasser 48.

Ammoniakalaun.

Enthält:	Schwefelsaure Thonerde	39.
	Schwefelsaures Ammonium	13.
	Wasser	48.

100 Theile concreter Substanz aus den Wänden enthalten auflösliche Theile: Salpeter 10, salpetersauren Kalk nebst salpetersaurer Magnesia 70, Kochsalz 15, salzsauren Kalk und Bittererde nebst braunem Extractivstoff.

Der Salpeter enthält:

Salpetersäure	1	Atom	= 54	— 53.
Kali	1	„	= 47,2	— 47.
			101,2	— 100.

Kriegspulver.

Salpeter	75,0.
Kohle	12,5.
Schwefel	12,5.

Ein Gran Schiefspulver gibt bei der Explosion folgende Gasarten: Stick-, kohlensaures-, Schwefelwasserstoff-, Kohlenwasserstoff-, schwefelichtsaures, Salpeter- und Kohlenoxyd-Gas.

Raketensatz: Salpeter 58, Kohle 27, Schwefel 15.
Leuchtkugeln: „ 743, „ 32, „ 170, Harz 30, Sägespäne, 25.
Schwärmer: Salpeter 700, Mehl 154, Schwefel 134, Harz 22.

Bengalisches Feuer.

Salpeter 7, Schwefel 2, Antimon 1.

Römische Lichter.

Pulver 48, Salpeter 13, Schwefel 3, Eisenfeile 36.

Sal-

Salpetersaurer Kalk	enthält Säure	57,	Basis	32,	Wasser	11.
„ Baryt	„	„	32,	„	57,	„	11.
„ Strontian		„	31,	„	36,	„	33.
Salpetersaure Magnesia		„	46,	„	22,	„	32.

Eine concentrirte Auflösung des salpetersauren Ammoniums kocht bei 100° R.

Rothes Feuer.

Trockner salpetersaurer Strontian 40.
Trocknes chlorsaures Kali 5.
Schwefelblumen 13.
Schwefelantimon 4.
Kohle 2.

Das krystallisirte phosphorsaure Natron enthält: Phosphorsäure 20, Natron 18, Wasser 62; ist in vier Theilen kaltem und in $1\frac{3}{4}$ Theilen kochendem Wasser löslich.

Die Sättigungscapacität der Boraxsäure ist 37, so daſs die Säure doppelt so viel Sauerstoff als das damit verbundene Oxyd enthält.

Borax.

Enthält:	Boraxsäure	1	Atom	— 68 —	35,92.
	Natron	1	„	— 31,3 —	16,54.
	Wasser	10	„	— 90 —	47,54.
				189,3.	100.

Ist in 12 Theilen kaltem und in 2 Theilen kochendem Wasser auflöslich.

In den basisch kohlensauren Salzen enthält die Säure zweimal so viel Sauerstoff als die Basis; in den neutralen enthält die Säure viermal so viel Sauerstoff als die Basis.

Basisch kohlensaures Natron.	Natron	1	Atom	= 31,3	— 21,7
	Kohlensäure	1	„	= 22	— 15,3
	Wasser	10	„	= 90	— 63
				143,3	100.
Neutrales kohlensaures Natron.	Natron	1	Atom	= 31,3	— 33,5
	Kohlensäure	2	„	= 44	— 47,16
	Wasser	2	„	= 18	— 19,29
				93,3	100.

Kohlensaurer Baryt	enthält:	Säure	22,	Basis	78,	Wasser	0
„ Kalk	„	„	44,	„	56,	„	0
Kohlensaure Magnesia	„	„	40,	„	43,	„	17

Kohlensaures Natron aus Glaubersalz.

180 Pfd. trocknes Glaubersalz, Kreidepulver 180 Pfd.; oder gebrannten Kalk 144 Pfd., Kohlenpulver 110 Pfd.

1000 Pfd. Wasser aus der Ostsee enthalten Salztheile 12 Pfd.
„ „ „ „ dem atlantischen Meere enthalten Salztheile 38 „
„ „ „ „ „ mittelländischen Meere enthalten Salztheile 41 „

Salzsaures Natron	enthält	Säure	47,	Basis	53,	Wasser	0
„ Ammonium	„	„	68,2,	„	31,8,	„	0
Salzsaurer Baryt	„	„	29,9,	„	62,8	„	7,3
„ Strontian	„	„	24	„	36	„	40

Eine concentrirte Kochsalzauflösung kocht bei + 88° R. 100 Theile Wasser lösen 36 Theil Kochsalz auf; oder ein Theil Kochsalz erfordert 2,7 Wasser.

Das bei 10° Kälte krystallisirte Kochsalz enthält 48 Theile Wasser.

Das chlorsaure Kali enthält:

Kali	1	Atom	= 47,2	— 38,5.
Chlorsäure	1	„	= 75,4	— 61,5.
			122,6	100.

Zündhölzer.

Chlorsaures Kali 30.
Gewaschene Schwefelblumen 10.
Zucker 8, Gummi 5, Zinnober.

Hydriodate.

Zersetzbar durch concentrirte Schwefelsäure mit purpurrothen Dämpfen.

Bestandtheile der Mineralwässer.

A. Gasartige.

Luft, Stick-, kohlensaures-, Schwefelwasserstoff- und schwefelichtsaures Gas.

Fixe Bestandtheile.

Schwefelsaur: Kalk-, Kali-, Natron-, Ammonium-, Magnesia-, Zink-Eisen.
Salpetersaur: Kali-, Kalk-, Magnesia.
Salzsaur: Kali-, Natron-, Ammonium-, Kalk-, Magnesia-, Thonerde-, Mangan.
Kohlensaur: Natron-, Ammonium-, Kalk-, Magnesia-, Baryt-, Strontian-, Lythion-, Eisen-, und Mangan.
Phosphorsaur: Kali-, Kalk-, Magnesia-, Thonerde.
Flufssaur: Kalk.
Hydrothionsaur: Kalk-, Natron.
Hydriodsaures Natron.
Hydrobromsaure Magnesia.
Organische Substanzen.

Drei Gran Schwefelsilber sind ein Aequivalent für einen rheinländischen Duodecimalcubikzoll Schwefelwasserstoffgas.

0,5 Gran Eisenoxyd entsprechen 0,73 Gran kohlensaurem Eisenoxydul.

Ende des ersten Bandes.

Nachtrag zu Seite 93.

Nachdem Dessaignes, Saissy in Lyon und Thenard die Thatsachen aufgestellt hatten, dafs alle Gasarten bei einem plötzlichen Druck nicht allein Wärme, sondern dafs Sauerstoffgas, Luft und Chlorgas auch Licht beim schnellen Zusammendrücken entwickeln, wandte Thenard diesem Versuche von Neuem seine Aufmerksamkeit zu und fand, dafs die Lichterscheinung von den eben genannten drei Gasarten nicht herrühre und dafs überhaupt kein Gas durch den Druck im Dunkeln leuchte.

Als Thenard nämlich den Stempel, durch welchen ein plötzlicher Druck der Gasarten in einem Krystall-Cylinder bewerkstelligt wurde, mit Hutfilz, welcher nur durch Wasser benetzt war, umgeben hatte, wurde in keinem Falle ein Leuchten wahrgenommen; war der Stempel aber mit Oel bestrichen, so fand ein Leuchten statt, aus welchem Grunde Thenard die Lichterscheinungen dem durch die freiwerdende Wärme der comprimirten Gasarten bewirkten Verbrennen des fetten Körpers zuschreibt.

Siehe Annales de chimie et de Physique. Juni Heft 1830. Seite 181.



Register
zum ersten Bande.

Seite

A.

Acide boracique . . . 283
— bromique . . 298
— carbonique . . 229
— chlorique . . 294
— chlorique oxigené 295
— fluoborique . . 290
— fluorique . . 286
— hydriodique . . 310
— hydrobromique . 313
— hydrochlorique . 304
— hydroselenique . 313
— hydrosulfurique . 299
— hyponitreux . . 245
— hypophosphoreux . 257
— hyposulfureux . . 282
— hyposulfurique . . 274
— jodique . . . 296
— muriatique . . 304
— nitreux . . . 243
— nitrique . . 236
— phosphoreux . . 255
— phosphorique . 249
— selenique . . 297
— sulfureux . . 276
— sulfurique . . 259
Adhäsion . . . 25
Aequivalent . . . 213
Aequivalentenlehre . 207
Aetzstein 351
Affinität 23
Alabaster 450
Alaun 397
Alaunerde . . . 320
— basische schwefelsaure 397
— neutrale schwefelsaure 396
— unterschwefelsaure . 401
— salpetersaure . 421
— schwefelichsaure . 401
Alaunschiefer . . . 397
Alkali flüchtiges . . . 346
— vegetabile . . 347

Seite

Alkalien 346
Alkalien fixe . . . 346
Alcalis 346
Alkalische Erden . . . 330
Alchemie 7
Alumine 320
Aluminium . . . 325
Alun 397
Ammoniac . . . 365
Ammoniac-Alaun . . . 399
Ammoniac und Phosphor . 368
— — Schwefel . 368
— — Chlor . 368
— — Wasser . 368
Ammoniaque . . . 365
Ammonium 365
— basisch kohlensaures 447
— boraxsaures . . 440
— bromsaures . . 463
— chlorsaures . . 427
— flufssaures . 457
— hydriodsaures . 479
— hydrobromsaures . 484
— hydroselensaures . 481
— hydrothionsaures . 490
— jodsaures . . 459
— neutrales kohlensaures 448
— neutrales phosphorsaures 432
— phosphorigsaures . 433
— phosphorsaures . 432
Reduction desselben . . 370
Ammonium salpetrigsaures 418
— salpetersaures . 418
— salzsaures . . . 470
— saures phosphorsaures 432
— schwefeligsaures . 390
— schwefelsaures . . 389
— selensaures . . 461
— wasserfreies schwefeligsaures . . . 390
— unterphosphorigsaures 433
— xanthogensaures . 494
Analyse 31
Anhydrit 391

	Seite
Apatit	429
Aqua fortis	238
— regia	309
Arcanum duplicatum	382
Arragonit	449
Atmosphäre	159
Atom	213
Atomistische Theorie	211
Attractio	31
Aufbrausen	441
Ausdehnung	48
Azot	96
Azotsäure	236

B.

Barium	344
Bariumdeutoxyd	343
Barometer	160
Bases salifiables	315
Baryte	341
Baryt basischer hydrothionsaurer	490
— boraxsaurer	440
— bromsaurer	464
— chlorsaurer	427
— flufsboronsaurer	458
— flufssaurer	457
— hydriodsaurer	480
— hydrobromsaurer	484
— hyposchwefelsaurer	380
— jodsaurer	459
— kohlensaurer	451
— neutraler hydrothionsaurer	491
— neutraler phosphorsaurer	434
— phosphorigsaurer	434
— phosphorsaurer	433
— salpetersaurer	419
— salzsaurer	471
— saurer phosphorsaurer	434
— schwefeligsaurer	381
— schwefelsaurer	379
— selensaurer	461
Baryterde	341
Barythydrat	342
— und Chlor	342
— — Phosphor	342
— — Schwefel	342
— unterphosphorigsaurer	434
— unterschwefeligsaurer	381
— xanthogensaurer	494
Beaume's Schnellflufs	412
Bergkrystall	317

	Seite
Beryllerde	326
— kohlensaure	453
— phosphorsaure	436
— salpetersaure	421
— salzsaure	476
— schwefelsaure	402
Beryllium	328
Bittererde	330
Bittersalz	392
Bitterspath	453
Blaustoff	114
Bleichpulver Tennants	338
Bleichwasser	108
Boracium	124
Boracit	441
Borates	438
Borax	439
Bore	124
Boron	124
Boronammonium flufssaures	457
Boronkali flufssaures	456
Boronnatron	456
Boronsäure	283
— verglaste	285
Boron und Chlor	125
Boron und Whsserstoffgas	125
Brennbare Körper	94
Brom	153
Bromate d'Ammoniaque	463
— de Baryte	464
— de chaux	464
— de magnesie	464
— de potasse	463
— de soude	463
Bromates	462
Bromium	153
Bromsäure	298
Brom und Chlor	156
— — Jod	157
— — Phosphor	157
— — Schwefel	157
— — Selen	157
Brunnenwasser	182

C.

Calcium	341
Calciumhyperoxyd	336
Calorimeter	72
Carbonate de baryte	451
— de lithion	447
— — potasse	444
— — soude	446
— — strontiane	451
Carbonates	441

Seite
Carbonium . . . 110
Carbure de soufre . . 147
Chaux 332
Chemie-Begriff . . . 2
— Eintheilung . . 4
— Geschichte und Literatur 6
Chemische Differenziale . 213
Chlor 104
Chloraluminium . . . 476
Chlorate d'Ammoniaque . 427
— de Baryte . . . 427
— de potasse . . 423
— — soude . . . 427
Chlorates 422
Chlordeutoxyd . . . 293
Chlorigsaurer Kalk . . 339
Chlorjod 156
Chlorkalk 337
Chlornatrium . . . 465
Chlorprotoxyd . . . 292
Chlorsäure 294
— oxydirte . . . 295
Chlorsaurer Kalk . . . 338
Chlorschwefel . . . 141
Chlorselen im Minimum von Chlor . . . 147
— — Maximum — Chlor . . . 150
Chlorstickstoff . . . 107
Chlor und Ammoniac . . 368
Chlor und Wasserstoff . . 107
Chlorure de Brome . . 156
Chlorwasser 108
Chlorwasserstoffsäure . . 304
Chromalaun . . . 401
Chrysocolla 439
Cölestin 381
Cölesfinglas 355
Cohäsion 23
Corpora amorpha . . 374
— fixa 89
— fluida . . . 89
Corpusculartheorie . . 212
Corund 320
Cyan 114
Cyanogen 140

D.

Dampf 191
Datholit 441
Decrepitiren 375
Deliquescenz 374
Desoxydation 96
Destillation 194
Seite
Detonation 403
Deutochlorure de Selene . . 147
Deutophosphorwasserstoffgas 130
Deutoschwefelchlorid . . 141
Deutoxyde d'Azote . . . 246
— de chlore . . . 293
— des Baryums . . . 343
— d'Hydrogêne . . . 203
Diamant 110
Digestivsalz 469
Dolomit 453
Doppelsalz 372
Dynamisch 211

E.

Eaux minerales . . . 495
Effloresciren 374
Einäschern 76
Eis 195
Elektricität 79
— Anwendung derselben 86
— atmosphärische . . 85
— Erregung derselben durch Reiben . . 80
— — — Berührung . 81
— — — — Veränderung der Temperatnr . 84
— — — bei verschiedenen Thieren . . 86
Elemente 87
Email 356
Emanationssystem . . . 40
Erden 316
— alkalische . . . 330
Experiment 2
Euchlorine 292
Eudiometer durch Phosphor 173
— — Wasserssoffgas 174
— mit Schwafelkaliauflösung . . . 175
Eudiometrie 172

F.

Farben 42
Farbenbild 42
Fayence 323
Feldspath 323
Feuer 87
Feuerluft 91
Feuerstein 317

Seite

Flächenanziehung . . . 25
Flamme 77
Flintglas 353
Flores sulfuris . . . 138
Fluate de chaux 454
— — potasse . . . 455
— — soude . . . 456
Fluates 453
Flüsse 355
Fluor 289
Fluorboronsäure 290
Flufssäure 286
Flufsspath 453
Flufsspathsäure . . . 286

G.

Gadoline 328
Gadolinit 328
Galvanische Säule . . . 82
Galvanismus 82
Gas 229
Gasarten, Ausdehnung derselben . . . 57
— Definition derselben . 89
— im Allgemeinen . 88
— permanente . . 89
— — Auffangen derselben . . 90
Gasbeleuchtung . . . 119
Gas fluorique silicé . . 455
Gefrierpunkt . . . 190
Gemeng 179
Gemenge, detonirende . 412
Gesundbrunnen . . . 495
Glas 353
Glasers Polygrestsalz . 411
Glasgalle 354
Glasflüsse 355
Glasur 323
Glauberit 385
Glaubersalz 385
Glucine 326
Graphit 111
Gyps 391

H.

Haloidsalze 464
Harmonika chemische . 100
Heilbrunnen 495
Heilbrunnen 148
Hepar sulfuris alcalinum . 487
Hepatische Luft . . . 299
Hyacinth 325

Seite

Hydracides 299
Hydrate 227
Hydriodate 476
— d'Ammoniaque . . 479
— de Baryte . . . 480
— de Chaux . . . 480
— de Magnesie . . 480
— de potasse . . . 477
— de soude . . . 479
— de Strontiane . . 480
Hydriodates 476
Hydriodsäure 310
Hydrobomate d'Alumine . 486
— d'Ammoniaque , . 484
— de Baryte . . . 484
— — Chaux . . . 485
— — Magnesie . . 485
— — potasse . . . 482
— — soude . . . 483
Hydrobromates . . . 481
Hydrobromige Säure . . 314
Hydrobromsäure . . . 313
Hydrochlorate . . . 464
Hydrochlorsäure . . . 304
Hydrochlorsäure, flüssige wasserhaltige . . 306
— und Salpetersäure 309
Hydrogenium 98
Hydroseleniate d'Ammoniaque 481
— de potasse . 481
Hydroseleniates . . . 480
Hydroselensäure . . . 313
Hydrosulfate d'Ammoniaque. 489
— de Baryte . . 489
— — Chaux . . 491
— — potasse . . 489
— — soude . . 489
Hydrosulfates 489
Hydrothionsäure . . . 299
Hydroxantates . . . 493
Hygrometer 178
Hypophosphites . . . 436
Hypothese, Begriff . . 3

J.

Javellische Lauge . . 352, 423
Imponderabilien . . . 38
Incoërcibilien . . . 39
Insolation 43
Jod 148
Jodate d'Ammoniaque . . 459
— de potasse . . . 458
— — soude . . . 459
Jodates 458

	Seite
Jode	148
Jodige Säure	297
Jodine	148
Jodphosphor	151
Jodsäure	296
Jodschwefel	151
Jodstickstoff	150
Jod und Brom	157
— — Kohlenstoff	151
— — Kohlenwasserstoff	151
Jodure d'Azote	150
— de chlore	150
— — phosphore	151
— — soufre	151
Irrlichter	133
Irrwische	133
Isomorphe Körper	373

K.

	Seite
Kälte künstliche	67
Kali	347
— basisch kohlensaures	442
— boraxsaures	440
— bromsaures	463
— chlorsaures	423
— chlorure	352
— flufssaures	455
— hydrat	351
— hydriodsaures	477
— hydrobromsaures	482
— hydroselensaures	481
— hydrothionsaures	489
— jodsaures	458
— kaustisches	350
— neutrales kohlensaures	444
— neutrales selensaures	460
— oxydirt chlorsaures	426
— phosphorigsaures	430
— phosphorsaures	430
— Reduction desselben	356
— reines basisch kohlensaures	350
— salpetersaures	404
— salzsaures	469
— saures schwefelsaures	383
— saures flufssaures	455
— saures phosphorsaures	430
— saures selensaures	460
— schweflichsaures	384
— schwefelsaures	382
— schwefelleber	487
— und Schwefel	352
Kalium	358
Kaliumperoxyd	356
Kali unterphosphorigsaures	430
— unterschwefeligsaures	384
— unterschwefelsaures	384
— vegetabilisches	347
— wasserfreies kohlensaures	444
— xanthogensaures	493
Kalk	332
— basisch kohlensaurer	449
— boraxsaurer	441
— Brei	335
— bromsaurer	464
Kalkerde	332
Kalk flufssaurer	454
— hydrat	335
— hydriodsaurer	480
— hydrobromsaurer	485
— hydrothionsaurer	491
— jodsaurer	460
— Milch	335
— neutraler kohlensaurer	450
— phosphorsaurer	428
— Rahm	335
— salpetersaurer	420
— salzsaurer	471
— saurer phosphorsaurer	429
— schwefeligsaurer	391
Kalkschwefelleber	337
Kalk schwefelsaurer	391
— selensaurer	461
Kalkstein	352
Kalk und Basen	340
— — Chlor	337
— — Phosphor	336
— — Säuren	340
— — Schwefel	336
— unterschwefeligsaurer	392
— unterschwefelsaurer	391
— Wasser	335
— xanthogensaurer	494
— Zersetzung desselben	340
Kehrsalpeter	404
Kelp	148
Ketten der zweiten Art	84
Kieselammonium, flufssaures	457
Kieselbaryt, flufssaurer	458
Kieselerde	317
Kieselfeuchtigkeit	353
Kieselerde flufssaure	455
Kieselflufssaures Gas	455
Kieselkali, flufssaures	456
Kieselkaliverbindung	354
Kieselnatron, flufssaures	456
Kieselsäure	318
Knallgebläse	103

Seite

Knallluft 101
Knallpulver 412
Kochsalz 465
Königswasser 309
Kohlenarten 111
Kohle, Eigenschaften derselben 121
Kohlenbrom 156
Kohlenoxydgas . . 112 u. 233
Kohlenperchlorid . . . 120
Kohlenprochlorid . . . 120
Kohlensäure als Gas . . 229
— im festen Zustand . 231
— in der Luft . 176 u. 229
— im Wasser . 231 u. 234
Kohlenstickstoff . . . 114
Kohlenstoff 110
Kohlenstoff und Jod . . 151
Kohlensulphurid . . . 141
Kohlenwasserstoff im Maximum der Oxidation 116
— — Minimum — — 115
Kohle und Sauerstoff . . 112
Kreide 449
Kreidensäure 229
Kreuzstein 341
Krokonsäure 236
Kryolith 286
Krystalle 374
— äufsere Gestalt derselben 375
— Ausdehnung . . 375
— innerer Bau . . 376
Krystallelektricität . . 84
Krystallglas 353
Krystallisation . . . 352
— Bedingung zur 374, 375
Krystallwasser 375
Kümmung 168
Kupferpol 82

L.

Lac sulphuris 488
Lapis causticus Chirurgorum 351
Laugensalze 346
Laugensalz, mildes . . . 444
Lebensluft 91
Lepidolith 364
Leuzit 347
Licht 39
— Absorption desselben . 43
— Anwendung desselben 46
— Brechung desselben 41
— chemische Einwirkung desselben . . . 44

Seite

Licht das philosophische . 100
— Einflufs desselben auf organische Körper 45
— Quellen desselben . 46
— Reflexion desselben . 41
Lichtstoff 39
Liquor nitri fixi . . . 443
Lithion 363
Lithion - Alaun . . . 401
Lithionhydrat 364
Lithion kohlensaures . . 447
— phosphorsaures . . 431
— salpetersaures . . 417
— salzsaures . . . 469
— saures schwefelsaures 389
— schwefelsaures . . 389
Lithiumoxyd 363
Löthrohr 76
Luft atmosphärische . . 158
— Bestandtheile derselben 171
— Druck derselben auf die Körper . . 163
— Eigenschaften ders. . 159
— ein Gemeng aus verschiedenen Gasarten 179
— fremde Bestandtheile derselben . . 181
— fixe 229
Luftgütemesser . . . 172
Luft im Wasser . . . 198
— mephitische . . 229
Luftsäure 229
Luftspiegelung 168
Lustgas 250
Lumière 39

M.

Magnesia 330
— alba 452
— boraxsaure . . . 441
— bromsaure . . . 464
— hydriodsaure . . . 480
— hydrobromsaure . . 485
— jodsaure 460
— kohlensaure . . . 451
— phosphorsaure . . 435
— Reduction derselben 331
— salpetersaure . . 420
— salzsaure 474
— schwefeligsaure . . 396
— schwefelsaure . . . 392
— — Doppelsatz mit Ammonium 395

Seite

Magnesia schwefelsaure Doppelsatz mit Kali . 395
— — — mit Natron . . 395
— selensaure . . 461
— unterschwefelsaure . 395
— unterschwefeligsaure 396
Magnesie . . . 330
Mariotte'sches Gesetz . . 162
Marmor 494
Massenreihe 223
Massentheile . . . 213
Metalloide 96
Meſskunst der chemischen Elemente . . 207
Mineralalkali . . . 359
Mineralischer Krystall . 411
Mineralwasser 495
— Abscheiden der darin enthaltenen festen Substanzen 501
— Abscheiden der darin enthaltenen Gasarten . . 499
— Analyse ders. . 498
— die bisher in demselben gefundenen Substanzen . 530
— Eintheilung derselben . . . 497
— Prüfung der darin enthaltenen in Alkohol löslichen Salze . . 503
— Untersuchung der darin enthaltenen im Wasser auflöslichen, im Alkohol unauflöslichen Stoffe 504
— Untersuchung d. darin enth. im Wasser unauflöslichen St. 502
Mirage 168
Mischungsgewicht . . 213
— Tabelle derselben für einfache Körper 216
Mittelsalz 371
Mörtel 340
Muriacit 391
Muriate d'Alumine . . 475
— d'Ammoniaque . 470
— de Baryte . . . 471
— de Chaux . . 472
— de lithion . . . 469
— de Magnesie . . 474

Seite

Muriate de potasse . . 469
— de soude . . . 465
— de Strontiane . . 471
— de Zircone . . 476
Muriates 464
Mutterlauge 467

N.

Natrium 362
Natriumoxyd . . . 361
Natrolith 359
Natron 359
Natronalaun . . . 400
Natron-Ammonium phosphorsaures . . . 488
Natron basisches boraxsaures 439
— — kohlensaures 445
— bromsaures . . 463
— chlorsaures . . . 427
— doppeltschwefelsaures 387
— hydriodsaures . 479
— hydrobromsaures . 483
— hydrochlorsaures . 465
— hydrothionsaures . 490
— jodsaures . . . 459
— kaustisches . . . 360
— neutrales fluſssaures . 456
— neutrales kohlensaures 446
— phosphorigsaures . 431
— phosphorsaures . . 430
— salpetersaures . . 416
— salzsaures . . . 465
— saures schwefelichtsaures . . . 388
— saures schwefelsaures 387
— schwefelichtsaures . 388
— schwefelsaures . 385
Natronschwefelleber . . 432
Natron unterphosphorigsaures 431
— unterschwefelichtsaures . . . 388
— unterschwefelsaures . 388
— xanthogensaures . 494
Naturgeschichte . . . 1
Naturlehre 1
Nebel 191
Neumann'sches Löthrohr . 103
Neutralität 372
Neutralsalze . . . 372
Niederschlag 30
Nitrate d'Alumine . . 421
— d'Ammoniaque . . 418
— de Baryte . . 419
— — Chaux . . 420

Seite

Nitrate de Glucine . . 421
— — Magnesie . 420
— — potasse . . 404
— — Strontiane . 419
— — d'Yttria . . 421
— de Zircone . . 421
Nitrates 402
Nitrites 421
Nitröses Gas . . . 246
Nitrogendeutoxyd . , 246
Nitrogenprotoxyd . . . 248
Nitrum depuratum . . 404
— flammans . . 418
— fixum . . . 411
— prismaticum . . 404
— tabulatnm . . 411

O.

Oelbildendes Gas . . . 117
Oleum tartari per deliquium 443
— vitrioli fumans . 271
— — glaciale . . 271
Oscillations-System . . 39
Oxyde de potassium . . 347
Oxyde des Stickstoffs . 245
Oxydirtes Stickgas . . 248
Oxydulation . . . 96
Oxydulirtes Salpetergas . . 248
Oxygen 90
Oxygenation . . . 96

P.

Perlsalz 430
Petalit 364
Pfannenstein 467
Pflanzenlaugensalz . . 347
Phlogiston . . . 12 u. 94
Phlogurgie 5
Phosgengas 114
Phosphates 428
Phosphate d'Ammoniaque . 432
— acide de Chaux . . 429
— de Baryte . . 433
— — Chaux . . . 428
— — Magnesie . . 435
— — potasse . . 430
— — soude . . 430
— — Strontiane . . 434
Phosphites 436
Phosphor 126
Phosphorammonium . . 368
Phosphorescenz . . . 43
Phosphorfeuerzeug . . 135

Seite

Phosphorige Säure . . 255
Phosphorkalk . . . 336
Phosphorkalium . . . 359
Phosphoroxyde . . . 128
Phosphoroxyd, rothes . . 129
— weißes . . . 129
Phosphorperchlorid . . 134
Phosphorprochlorid . . 135
Phosphorpulver . . . 129
Phosphorsäure . . . 249
Phosphor und Brom . . 157
— — Chlor . . 134
— — Kohle . . 135
— — Stickgas 130
— — Wasserstoffgas 130
Phosphorwasserstoffgas flüssiges . . . 134
Phosphure de soufre . . 144
Plumbago 111
Polyhalit 382
Ponderabilien . . . 87
Porcellan 323
Potasse 347
Pottasche 347
— Reinigung derselben . 349
Potenzen strahlende . . 39
Poudre à canon . . 428, 412
Präcipitat 30
Proportionslehre . . . 207
Protochlorure de selen . 147
Protophosphorwasserstoffgas 131
Protoschwefelchlorid . . 140
Protoxyde d'Azote . . 248
— de Chlore . . . 292
— d'Hydrogène . . 182
— — physische Eigenschaften desselben . . . 183
Pyrometer 58
Pyrophor 398
Pyrophosphorsäure . . 258
Pulvis pyrius . . . 412

Q.

Quarz 317
Quellwasser 182

R.

Reagentien, Begriff . . 34
Reduction 96
Reflexion des Lichts . . 41
Regenwasser . . . 182
Reif 191

	Seite
Reifsblei	111
Rhomboidalsalpeter	416
Röstung	76
Rubin	320

S.

Sättigung	218
Sättigungscapacität der Säuren	224
Sättigungsvermögen	218
Säuerlinge	497
Säure, Begriff	226
Säureerzeugung	227
Säure feste, flüssige, gasartige	227
— untersalpetrige	245
— unterphosphorige	257
— unterschwefelige	282
— unterschwefelsaure	274
Säuren des Chlor	292
— unvollkommene	228
— vollkommene	228
Sal absynthii	348
— alcali vegetabile	444
— ammoniacum	470
— cardui benedicti	348
— catharticum amarum	392
— de duobus	382
— digestivum sylvii	469
— essentiale chinae	371
— — sacchari	371
— essentiale tartari	371
— febrifugum	469
— fusibilis urinae	432
— gemmae	465
Salmiak	470
Salmiakgeist	268
Sal microcosmicus	432
— mirabile Glauberi	385
— narcoticum vitrioli	283
— polygrestum Glaseri	382
— prunellae	411
— sedativum Hombergi	283
— tartari	348
Salpeter	404
— kubischer	416
Salpeterplantagen	405
Salpeter roher	408
Salpetergas	246
Salpetersäure	236
— und brennbare Körper	241
Salpetersäure, unvollkommne	243
Salpetrichte Säure	243, 239, 240, 241
Salpetrichtsaure Salze	421
Salzbasen	315
— Eintheilung derselben	316

	Seite
Salz Eger	392
— englisches	392
— Epsomer	392
— Seidlitzer	392
— Seidschützer	392
Salze	371
— alkalische	372
— basische	372
— boraxsaure	438
— bromsaure	462
— chlorsaure	422
— Definition	371
— Eintheilung derselben	376
— erdige	372
— flufssaure	453
— hydrobromsaure	481
— hydroselensaure	480
— hydrothionsaure	489
— jodsaure	458
— kohlenschwefelichte	493
— kohlensaure	441
— metallische	372
— neutrale	372
— phosphorigsaure	438
— phosphorsaure	428
— salpetersaure	402
— salzsaure	464
— saure	371
— schwefelsaure	378
— selensaure	460
— wasserstoffsaure	464
— unterphosphorigsaure	436
— xanthogensaure	493
Salzsäure	104 u. 304
— (dephlogistisirte, oxydirte, oxygenirte	104
Saphir	320
Sauerstoff	90
Sauerstoffgas	83
Sauerstoffsäuren	227 u. 229
Sauerstoffsalze	378
Schiefspulver	412
— Analyse desselben	415
— dessen Fabrication	413
Schmelzpulver	412
Schneewasser	165
Schwefel	137
Schwefelaluminium	325
Schwefelalkohol	141
Schwefelammonium	368
Schwefelbarium	380
Schwefelblumen	138
Schwefelboron	143
Schwefelbrom	157
Schwefelcalcium	337

Seite

Schwefelige Säure . . 276
Schwefeligsaures Gas . 277
Schwefelkalium . . . 487
Schwefelkalk . . . 336
Schwefelkohlenkalium . . 494
Schwefelleberluft . . 299
Schwefelmilch . . . 488
Schwefelnatrium . . 488
Schwefelphosphor . . 144
Schwefelsäure . . . 259
— deutsche . . 265
— englische . 260
— wasserfreie . 271
Schwefel und Boron . 143
— — Chlor . . 140
— — Kohle . 141
— — Phosphor . 144
— — Sauerstoff . 140
— — Wasserstoff . 140
— Verbindungen desselben mit Basen . 486
Schwefelwasserstoff, flüssiger 303
Schwefelwasserstoffgas . . 299
Schwefelwasserstoffsäure . 299
Schwefelwasserstoff, Verbindungen dess. mit Basen 486 489
Schwefelzündhölzer . . 424
Schwererde . . . 341
Schwerspath . . . 379
Schwerspatherde . . 341
Selbstzünder . . . 398
Selen 145
Seleniates 460
Selenit 391
Selenium 145
Selensäure . . . 297
Selen und Brom . . 157
— — Phosphor . . 147
Sel marin 465
Sels 371
Sicherheitslampe . . . 115
Sicherheitslampe von Davy 103
Silice 317
Silicium 319
Smaragd 182
Soda 359
Soude 359
Soufre 137
Sousborate de potasse . 442
— de Soude . . . 439
Sous-carbonate d'Ammoniaque 447
— de chaux . . . 449
— — Soude . . 445
Spargelstein 429
Speçtrum prismaticum , 42

Seite

Spiegelglas 353
Spiritus Beguini . . 368
— salis ammoniaci causticus 268
— sulphuris per campanam 276
— sylvestris . . 229
— vitrioli . . . 267
Stahl's Schwefelsalz . . 384
Stahlwasser 497
Steinkohlen . . . 111
Steinsalz 465
Stickstoff 96
Stickstoffdeutoxyd . . . 246
Stickstoffgas . . 240, 241
Stickstoffoxydgas . . . 246
Stickstoffprotoxyd . . 248
Stickstoffsäure . . . 236
Stöchiometrie . . . 207
Stöchiometrische Werthe . 213
— Zahlen . . 213
Strafs 355
Strontian 441
— chlorsaurer . . 427
— hydriodsaurer . 480
— hyposchwefelsaurer 381
— jodsaurer . . . 459
— kohlensaurer . . 451
— phosphorsaurer . . 434
— salpetersaurer . 419
— salzsaurer . . . 471
— schwefeligsaurer . 381
— schwefelsaurer . . 381
— selensaurer . . 461
Strontian und Chlor . . 345
— — Kieselerde . 345
— — Phosphor . 345
— — Schwefel . 345
— — Thonerde . 345
— unterschwefeligsaurer 381
— xanthogensaurer . 494
Strontiane 344
Strontianerde . . . 344
Strontianhydrat . . . 345
Strontium 345
Stucco 391
Süfserde 326
Sulfate d'Alumine . . 396
— de Baryte . . 379
— — Chaux . . 391
— — glucine . . 402
— — magnesie . . 392
— — potasse . . 382
— — soude . . 385
— — Strontiane . . 381
— — Zircone . . 401
— d'Yttria . . . 402

Seite
Sulfates 378
Sulfure de Bore . . 143
— — potassium . . . 487
— — sodium . . 488
Sulphur 137
Synthese 31
Synthesis. 32
System, Begriff . . 3

T.

Talkerde 330
Tartarus vitriolatus . . 382
Temperatur 56
Tension des Wassers . . 192
Terra ponderosa . . . 341
Terra ponderosa salita . 471
Terres alcalines . . . 330
Thau 191
Thenardit 387
Theorie atomistische . . 211
— dynamische . .
Thermoelektricität . . 85
Thermohygrometer . . 178
Thermolampe 118
Thermometer 48
Thermoskop 57
Thonerde 320
— Reduction derselben 324
— boraxsaure . . 441
— hydrobromsaure . 486
— phosphorsaure . 435
— schwefelichtsaure . 401
— schwefelsaure . 396
— salzsaure . . . 475
— saure phosphorsaure 435
— unterschwefelsaure . 401
Thorinerde 329
Thorium 329
Tinkal 439
Töpferwaaren . . . 322
Tronasalz 446

U.

Ueberblick, allgemeiner, der vorkommenden Gegenstände . . 508
Ultramarin, künstliches . 353
Undulationstheorie . . 39
Unterphosphorige Säure . 257
Unterschwefelige Säure . 282
Unterschwefelsäure . . 274
Uraosalz 446

Seite

V.

Varec 148
Verbrennungstheorie . 95
Verflüchtigen . . . 76
Verglasen 76
Verhältniſs 213
Verhältniſsgewichte . . 213
Verknistern 375
Verpuffen 403
Verwandtschaft . . . 23
Verwittern 374
Verre 353
Versuch 2
Vibrations-System . . 39
Vitriolöl 265
— eisartiges 271

W.

Wägbare Stoffe . . . 87
Wärmecapacität . . . 71
Wärme, latente . . . 63
Wärmeleiter 60
Wärmemesser . . . 49
Wärme Quellen der . . 74
— specifische . . 71
Wärmestoff 47
— Anwendung desselben 75
— strahlender . . 64
Wahlverwandtschaft, doppelte 31
— einfache . . . 30
Wasser 182
Wasserdampf 191
Wasserdämpfe in der Luft 178
Wasser, Anwendung desselben 202
— chemische Eigenschaften desselben . . 187
— Destillation desselben . 194
— Dichtigkeit desselben 189
— Expansion, Tension, Spannung desselb. 192
Wasserglas 355
Wasser hartes . . . 200
— hepatische . . 497
— physische Eigenschaften desselben . 182
— oxydirtes . . 203
— salinische . . . 497
Wasserstoffgas . . . 98
— Entzündung desselben durch Platinschwamm 102
Wasserstoffhyperoxyd . . 203
Wasserstoffsäuren . 227 u. 299

Seite

Wasser, Substanzen welche darin aufgelöst vorkommen . . 200
Wasserpol 83
Wasser weiches . . . 200
— Wirkungen desselben auf Gasarten . 197
— — desselben auf einfache brennbare Körper . . 199
— Zersetzung desselben 185
Welther'sche Röhre . . 166
Wetter, schlagende . . 115
Witherit 451
Woulf'scher Apparat . . 166

X.

Xanthogenöl 494
Xanthogensäure . . . 283

Y.

Yttererde 328
— boraxsaure . . 441

Seite

Yttererde kohlensaure . . 453
— phosphorsaure . . 436
— salpetersaure . . 421
— salzsaure . . . 476
— schwefelsaure . 402
Yttria 328
Yttrium 329

Z.

Zerfallen 374
Zerfliefsen 374
Zinkpol 82
Zircone 325
Zirconerde 325
— Reduction derselben 326
— boraxsaure . . 441
— kohlensaure . . 453
— phosphorsaure . 436
— salpetersaure . . 421
— salzsaure . . 476
— schwefelichsaure . 402
— schwefelsaure . 401
Zirconium 326

Druckfehler.

Seite	384	Zeile	11	von	oben	lies	unterschwefelsaure	statt	unterschwefelichsaure
—	396	—	15	—	—	—	unterscwefelichsaure	—	unterschwefelsaure
—	491	—	3	—	unten	—	wurde	—	rde
—	492	—	12	—	oben	—	ist	—	sind
—	524	—	11	—	—	—	Strontian	—	trontian
—	—	—	15	—	unten	—	Glasur	—	lasur
—	—	—	17	—	—	—	Masse	—	Mafs,

Fromd

